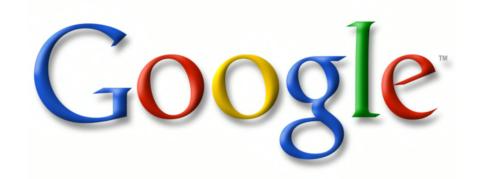



NYPL RESEARCH LIBRARIES
3 3433 06639431 7

Ra

ENTRETIENS

SUR LA PHYSIQUE

par

G. F. PARROT,

Professeur de Physique à Dorpat, ancien membre du comité des écoles, Chevalier et Conseiller d'Etat, de l'Institut royal des sciences des Pays-bas, de la Société royale des Sciences de Harlem, des Académies des Sciences de Pétersbourg et de Munic et de plusieurs autres Sociétés littéraires.



TOME SIXIÈME

avec 4 planches.

DE L'IMPRIMERIE DE J. C. SCHÜNMANN,
Imprimeur de l'Université impériale de Do
1824.

ENTRETIENS

SUR LA PHYSIQUE.

CONTINUATION DE LA PHYSIQUE DE LA TERRE.

GÉOGNOSIE ET GÉOLOGIE.

Une inadvertance de la part de l'auteur et de l'imprimeur est cause que les numéros des pages de ce volume sont suite à ceux du cinquième. On espère à cet égard quelque indulgence de la part du lecteur.

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE SIXIÈME VOLUME.

CONTINUATION DE LA PHYSIQUE DE LA TERRE.

Cent quinzième entretien.

Filons et matières qu'ils contient.

Cent seizième entretien.

Énumération et origine des différentes espèces de lits ou roches volcaniques.

QUATREVINGT DIX HUITIÈME ENTRETIEN.

Mr. *de P.* Vous, n'avez madame, jamais voyagé dans un pays de montagnes. Permettez moi donc de vous tracer l'esquisse du tableau d'un de ces pays. J'espère qu'il ne vous paroitre pas sans attraits.

Rarement on voit une montagne considérable ou une chaine de monts s'élever brusquement au milieu d'une grande plaine ouverte de toutes parts; de règle elle est entourée d'autres montagnes de moindres hauteurs, qui, vues de loin, se profilent sur la grande montagne qui occupe le centre. C'est ainsi que le Chimboraço ne s'élève que de 1852 toises, et en grande partie en terrasses, au dessus de la plaine de Quito haute de 1506 toises au dessus de la mer. C'est ainsi que le Mont-blanc s'élève presque à la même hauteur au dessus de la vallée de Chamouni ceinte de plusieurs hautes montagnes. C'est ainsi que le Kasbeck ne porte sa cime qu'à 1574 toises d'étage en étage au dessus de la vallée qui donne naissance au Téreck, qui a encore de là 826 toises de chûte jusqu'a la mer. Si cela n'étoit ainsi, si ces colosses étoient plantés seuls sur de vastes

plaines au niveau de la mer, quel effet ne feroient-ils pas par leur hauteur et leur masse effrayante! Quel vide n'offriroient-ils pas! Quelle pénurie de formes n'en résulteroit-il pas! Sans variété dans les contours, sans aménité dans les sites, ils sembleroient n'être là que pour exercer la Géométrie ou la Physique à leur mesure. La Nature a soigneusement évité ce contraste aride, a entouré ces colosses d'autres montagnes de plus en plus basses, à mesure qu'on s'éloigne du mont central et a su par là varier à l'infini les formes, les contours, les sites et la physionomie du paysage.

Approchons nous en idée de ce grouppe immense, en même tems imposant et gracieux, et nous arrivons d'abord aux *montagnes antérieures* et les moins élevées. Leur profil est arrondi et ne présente rien de rude ou d'âpre. Les lignes courbées semblent couler l'une dans l'autre et les parties saillantes, modelées sur les parties moins avancées, offrent sous cent nuances variées le passage adouci de la lumière à l'ombre, relevé par quelques contrastes légers. Une végétation riche et féconde produit cette quantité immense de plantes, qui tantôt nous ravissent par l'émail varié d'une prairie fleurie ou par l'aspect des dons de Cérès que le vent fait onduler sur la plaine, tantôt s'élèvent en bois de haute futaye qui couronnent ces collines et recèlent dans leurs ombres tant de trésors chers à la Botanique. Des animaux de toute espèce, dans l'état libre de nature ou réunis dans l'état social par la main de l'homme, des oiseaux sans nombre, des insectes si variés par les formes, les couleurs et le genre de vie, animent, vivifient le sol et l'air de ces contrées,

aux quelles l'homme prête un intérêt moral par les demeures fixes qu'il s'y établit.

En avançant dans l'intérieur, en montant dans les régions plus élevés des *montagnes intermédiaires*, on retrouve déja un autre caractère. L'aménité et l'élégance cèdent à la grandeur des masses et à l'austérité des formes. Ici tout impose et les profils sont déja plus fortement prononcés par la roideur des lignes et l'aspérité des angles; de grandes masses de rochers s'élancent comme du sein de la végétation et nous frappent d'étonnement. L'homme se sent déja plus petit vis à vis de ces grands édifices de la Nature. Le sol en outre n'est plus si fécond et n'invite plus si agréablement à son habitation; les animaux sauvages par contre y étendent à loisir leur domaine.

Mais cela n'aréte pas le voyageur. Nous perçons plus avant, toujours en montant; nous atteignons les *montagnes centrales* où tout porte l'empreintre d'une grandeur qui nous écrase. Des montagnes presque pyramidales, à qui l'on a donné le nom *de pics, d aiguilles, de cornes*, s'élèvent brusquement à des hauteurs que l'oeil atteint à peine, d'énormes masses de rochers à pic ou suspendues au dessus de l'abyme quelles ombragent, des vallées profondes et étroites dont le fond n'est jamais éclairé des rayons du soleil, impriment à ces contrées un caractère vraiment austère. Les eaux qui découlent des régions plus élevées ne coulent pas ici tranquillement comme dans les plaines où elles serpentent a loisir, mais accélèrent leur cours sur ces pentes roides, renversant les obstacles, se formant leur lit au travers des rochers, franchissant d'un saut

des précipices d'une hauteur énorme et tombant avec fracas, souvent plus en gouttes qu'en masse, dans les vallées où elles forment un brouillard qui couvre la cascade comme d'un voile magique et sur le quel le soleil se plait souvent à peindre l'arc-en-ciel que le voyageur étonné voit à ses pieds pour la première fois de sa vie. La végétation, déprimée par le froid de ces régions, a perdu presque toute sa richesse; peu d'espèces de plantes atteignent ces hauteurs et n'offrent plus cet accroissement vigoureux dont elles jouissent sur les collines. Le bois de haute futaie disparoit ou baisse, rapétissé, son front d'ailleurs altier devant ces rochers gigantesques, qui semblent ne souffrir près d'eux que de maigres herbes ou d'humbles buissons. Le chamois, la gazelle, l'antilope, familles de grimpeurs, sont les seuls quadrepèdes qui se plaisent ici et la troupe joyeuse des oiseaux fuit de ces contrées où l'aigle et le Condor ont établi leur empire. Quelques cabanes éparses de pâtres, habitées seulement pendant quelques mois de l'été, paroissent n'être là que pour prouver que ces régions âpres et élevées ne sont pas faites pour être le domicile constant de l'homme.

Enfin l'on arrive à ces hauteurs couvertes de neiges éternelles que le soleil d'été ne peut plus fondre et sous les quelles la nature vivante semble être ensévelie. Ici tout est neiges ou glaces, au travers des quelles percent quelques bancs de rochers où l'on ne trouve d'autre végétation que celle de quelques lichen, plantes sèches et plattes, dont les organes sexuels se cachent dans l'intérieur du végétal pour se soustraire à l'âpreté du climat. Ici aucun animal ne vivifie la contrée par sa

voix ou ses mouvemens, et l'on oublieroit qu'il existe une nature ànimée, si quelque fois l'orage ne portoit à ces hauteurs quelque papillon mourant, ou si quelque Condor, dans son vol audacieux, ne parcourroit ces régions pour s'élever à une hauteur qui paroit le soustraire au globe entier de la terre comme elle le soustrait en effet à la vue du voyageur qui l'observe du haut de ces cimes glacées. Le silence morne qui y règne n'est interrompu que par la chûte horrible des avalanches ou par le murmure sourd et lugubre des rivières qui coulent des hauteurs par dessous ces neiges éternelles, ou par le bruit des pierres qui se détachent continuellement des rochers corrodés par le tems, ou enfin par le sifflement des ouragans qui se heurtent contre les rocs ou traversent des vallées étroites et profondes. Ici tout est contraste: Un coup-d'oeil du haut de ces cimes offre les formes bisarres de bancs de neige prêts à s'écrouler, de pyramides et de pics, de rochers nuds et irrégulièrement tassés, et en même tems l'aspect de glaciers unis et luisants de telle étendue qu'on les nomme *mers de glace*, et la forme majestueuse de coupole qui semble réservée à la plus haute de ces cimes. La réfraction et la réflexion de la lumière produisent sur la surface glacée de tant de formes variées une infinité de nuances de blanc et de gris et de toutes les couleurs de l'arc-en-ciel, voisines immédiates du bleu le plus foncé de la voute céleste, qui n'offre plus ici cet azur agréable ou le bleu tendre de la germandrée dont il couvre les plaines. Même le lever et le coucher du soleil n'apparoissent plus ici avec les doux passages de la clarté à l'obscurité que nous nommons aurore. Cet astre, ici

purement majestueux, paroit et disparoit brusquement.

Et cependant le voyageur, surpris et pénétré de l'impression profonde que font sur lui ces objets sublimes, entrainé par l'aspect unique de la nature immense qui se déploye à ses pieds, ravi par tout ce qu'il voit et plus encore par ce qu'il devine. oublie facilement, s'il a une âme sensible, et la solitude effrayante qui l'entoure et la lassitude qu'il essuie et le froid perçant qui le glace et les fatigues ou dangers qu'il a essuiés, jouït d'un sentiment exalté que son coeur ne peut contenir, dont il ne s'étoit pas fait l'idée dans sa demeure ordinaire. Et s'il passe la nuit sur un de ces sommets élevés, alors le ciel étoilé, à qui la lumière ici plus pure et plus tranquille de ses mondes imprime le caractère de la plus haute majesté, calme par son aspect ce sentement vif et presque violent, en le ramenant au sentiment également pur et sérein de l'adoration de l'Auteur de la nature.

Mde. de L. O! mon cher, combien ce tableau est ravissant et que ne puis-je ne jouïr! Sur une de ces cimes élevées, planant pour ainsi dire sur tout ce qui est terrestre, je me croirois plus proche de la demeure des bienheureux, plus rapprochée de la Divinité; et je conçois à présent que des hommes qui veulent se vouer à une piété contemplative aient choisi les montagnes pour leur demeure.

Mr. de G. Cette demeure élevée, isolée et cependant entourée de grands objets, aggrandit et fortifie le caractère de l'homme, lui fait supporter l'indigence

et secouer toute espèce de joug. Les montagnes sont le berceau de la liberté.

Mr. de P. Observons de plus près ces cimes couvertes de neiges éternelles et les phénomènes physiques que la Nature nous y offre. D'abord nous trouvons que ces neiges ne dépassent pas vers le bas une certaine limite fixée principalement par le climat géographique où se trouvent ces montagnes. Cette limite des neiges permanentes, cette frontière de la nature vivante, se trouve le plus élevée sous l'équateur et baisse de plus en plus, à mesure qu'on s'avance vers les pôles.

Voici une table de ces limites que je vais avoir l'honneur de vous lire.

				T.	
Au Pérou	1½	d. de latit.,	sur le Chimboraço	2460	au dess. de la mer
Au Mexique	19	——	sur le Popocatépec	2350	——
En Asie	33	——	sur le mont Liban	1491	——
Au Caucase	43	——	sur le Kasbeck	1647	——
Aux Pyrennées	43	——	sur le Mont-perdu	1250	——
Aux Alpes	46	——	sur le Mont-blanc	1350	——
En Silésie	50	——	sur la Schnéekoppe	1066	——
En Norwège	62	——	. . .	933	——
En Islande	65	——	. . .	483	——
Spitzbergen	80	——	. . .	0	——

C'est à cette limite des neiges éternelles que la température de l'air à la surface de la montagne est à zéro. Plus haut elle diminue, plus bas elle augmente, et la végétation suit exactement ces variations. Ainsi le Chimboraço nous offre, sur sa hauteur de 3858 T. et sur une distance de quelques lieues, tous les climats de la terre et toutes les gradations de la végétation.

[redacted]

Le Comt. C. Cette comparaison des climats des montagnes selon leur élévation au dessus de la mer avec celle des pays selon leur latitude, qui offre sur le grouppe du Chimboraço une miniature de tousles climats, est une des plus belles idées que nous devons à la Physique . . . .

Mr de P. Dont j'aurai occasion de vous donner une application nouvelle qui vous surprendra peut-être.

Mr. de T. Je crois avoir observé un manque d'accord dans la suite des limites des neiges éternelles comporées aux latitudes. La limite pour le Kasbeck, à 43 d. de latitude est à 1647 toises et celle du Mont-perdu sous la même latitude n'est qu'à 1250 toises, ce qui fait une différence de près de 400 toises, et le Mont-blanc, à 46 d., a sa limite à 1350 toises, près de 100 toises plus haut que celle du Mont-perdu.

Mr. de P. C'est un objet digne d'être expliqué et qui fixe aujourd'hui l'attention des Physiciens. D'abord on avoit reconnu depuis longtems que ces limites ne sont pas sujettes à une règle fixe qui ne dépende que de la latitude, mais que des circonstances locales peuvent changer ces limites. Je ne vous en nommerai que deux. L'une dépend du côté sur le quel on gravit la montagne. Si c'est le côté du midi, on trouvera une limite plus élevée; si c'est du côté du nord, on aura une limite plus basse; cela est bien naturel. Cest ainsi qu'on a déterminé cette limite au côté-sud du Mont-blanc à 1400 t. et au côté-nord à 1302; ce qui fait une différence 98 t., et l'on prend la moyenne de ces deux ob-

[redacted]

servations (quand on peut les avoir) pour la vraie limite.

L'autre dépend des glaciers, qui dans plusieurs chaines de hautes montagnes s'abaissent et s'étendent vers les régions inférieures qu'ils réfroidissent par leur présence et donnent occasion à la neige qui tombe en hyver de résister, au moins en partie, aux chaleurs de l'été.

Mr. de L. Voilà une autre espèce de glacière naturelle que la Nature établit, même à découvert.

Mr. de P. Assurément et l'on peut poser en fait que dans plusieurs endroits de la Suisse cette extension des glaciers a produit un abaissement de la limite des neiges éternelles d'environ 50 toises. Il peut se faire aussi que la limite en question remonte; c'est le cas lorsqu'un grand glacier, retenu sur une pente, se détache et glisse dans la vallée à une profondeur où le soleil d'été peut le fondre. Alors le lieu qu'il a quitté regagne en température. Mais ces deux circonstances et d'autres de moindre poids n'expliquent pas la différence de 400 toises entre le Kasbeck et le Mont-perdu ou les monts du Piémont. Les mesures d'Engelhardt et de mon fils au Caucase ont dévoilé cette grande différence qu'on n'a pu expliquer que depuis que mon fils a cherché la limite des neiges éternelles au Monte-rosa et sur toute la chaine des Pyrennées. Le résultat de son travail au Monte-rosa a fourni une hauteur de 1610 toises pour la limite moyenne des neiges éternelles, et aux Pyrennées aucune limite du côté du sud, la neige ne s'y trouvant que partiellement dans des expositions abri-

[redacted]

tées, et du côté du nord cette limite ne se trouve que près des plus hauts sommets, qui s'élèvent de 1400 à 1500 toises au dessus de la mer. Ainsi cette ligne se trouve à peu-près de niveau avec celle du Casbeck.

Mr. de L. Expliquez nous cette énigme. Quelles mesures sont les vraies et quelles sont les fausses?

Mr. de P. Les mesures de mon fils sont réputées très exactes par des voyageurs-Physiciens comme Humboldt. Je vous ai déja communiqué les limites de l'erreur dans les résultats des mesures au Caucase et au Monte-rosa; celles de ses mesures dans les Pyrennées ne sont pas moins justes; car mon fils étant parti du bord de l'Océan atlantique et arrivé à celui de la Méditerannée, il ne trouva dans le niveau de ces deux mers que 4½ toises de différence après avoir mesuré 150 points entre les deux mers. D'un autre côté les mesures antérieures dans les Alpes et dans les Pyrennées ont été faites par des Physiciens comme Saussure, Ramond etc., et bien que les instrumens soient aujourd'hui un peu plus parfaits qu'alors, il est clair que la chose ne peut tenir aux mesures.

Mais elle tient au tems de l'observation. Toutes les opérations antérieures ont été faites au commencement ou au milieu de l'été comme la saison la plus favorable pour gravir ces hautes montagnes. Mon fils par contre, comparant les températures successives d'une année entière à celle d'une journée, juge que, à l'exception de quelques circonstances particulières, la plus grande chaleur de l'année n'est pas au milieu de l'été, comme l'heure de la plus grande chaleur du jour n'est

[redacted]

pas à midi; et il conclut en outre que la seconde moitié de la saison chaude doit fondre la plus grande moitié de la neige qui se fond pendant toute l'année, et que par conséquent c'est dans les derniers jours d'été ou plutôt immédiatement avant l'arrivée de la nouvelle neige, dans ces hautes régions, c. à. d. sur la fin de Septembre, qu'il faut faire les observations qui fixent la limite des neiges éternelles; et c'est ce qu'il a fait dans les trois opérations dont j'ai eu l'honneur de vous parler; ce qui explique la différence considérable entre ses résultats et ceux des grands Physiciens qui l'ont précédé.

Mde. de L. J'imagine que le passage de l'hyver à l'été et de l'été à l'hyver doit produire dans ces régions éternellement glacées des phénomènes bien intéressants.

Mr. de P. Et souvent très effrayants et désastreux. Mais jettons d'abord un coup-d'oeil sur le caractère qu'offrent ces paysages de neiges et de glaces, pour nous y orienter. Les sommets les plus élevés, dont la neige se renouvelle plusieurs fois chaque année, sont du plus beau blanc, à côté du quel l'albâtre le plus pur paroit gris ou jaune. Mais cette teinte agréable est souvent interrompue par la couleur brune de masses de rochers nuds qui la percent ou d'aiguilles menacantes qui s'élèvent souvent fort haut au dessus de la neige. Plus bas la neige prend un autre caractère; fondue à sa surface par le soleil d'été, l'eau la pénètre et gèle ensuite, lui donne de la consistence et de la transparence. Les vents la tassent souvent en masses grotesques et énormes sur la pente de la montagne ou sur les flancs d'un

[redacted]

rocher, en sorte qu'elle semble et est en effet suspendue au dessus d'une vallée. Ailleurs elle forme des pics isolés; plus bas ce sont des surfaces toutes glacées et luisantes que l'on nomme mers de glace, étendues sur un panchant presque horizontal. Ces grouppes, les uns opaques, les autres plus ou moins transparents, produisent des aspects de lumière infiniment variés et toutes les nuances de blanc, de gris, de verd de mer, d'azur, d'orange et de couleur de rose, qui changent avec la marche du soleil et la position du spectateur.

Mr. de R. Voilà des jeux d'Optique!

Mr. de P. Qui se réunissent à ceux qu'offrent les nuages et dont nous voulons abandonner l'explication à l'Intelligence suprême qui les produit, d'autant plus que la Mécanique réclame ici notre attention encore plus que l'Optique. Souvent il se détache des sommets les plus élevées d'immenses masses de neige qui, ne pouvant plus se soutenir par leur adhésion au sol, descendent et quelque fois se roulent dans des régions inférieures. Ici la chaleur les fond à l'extérieur, les rend compactes et forme ce qu'on nomme un *banc de neige.* Si la base sur la quelle ils s'arrètent a des inégalités, cette masse se rompt et offre de profondes crevasses, qui, recouvertes ensuite par de nouvelles neiges, ensévelissent souvent le voyageur qui ignore leur existence. Si la région, où ces masses de neiges arrivent, approche de la limite des neiges éternelles, alors elles fondent pour la plus grande partie, s'étendent sur u[illegible] grande surface et forment par le froid de l'hyver [illegible] qu'on nomme *les glaciers.*

[redacted]

Ces chûtes de neige sont *les avalanches*, dont tout le monde a ouï parler. Elles ont lieu en été et en hyver, et ont un caractère particulier selon la différence de saison. Celles d'été sont poudreuses, par ce qu'elles sont composées de neige molle, qui en se roulant devient à la vérité compacte en même tems qu'elle grossit par celle qu'elle enlève sur la route; mais elles en dissipent aussi un grande partie par le vent qu'elles produisent en tombant. Cette chûte rapide ne se fait pas toujours sur un terrain uni; des bancs de rochers où de neige, ou bien des précipices, se trouvent sur la ronte et forcent cette masse tombante de faire des sauts ou des bonds dont le bruit surpasse celui du canon ou du plus violent tonnerre. Malheur aux maisons qu'elle atteint! elle les renverse et les enterre avec leurs habitans.

Les avalanches d'hyver sont bien plus terribles encore et bien plus désastreuses, par ce qu'elles sont compactes et beaucoup plus grandes; elles conservent toute la neige qui se trouve sous leur passage et la durcissent par leur poids. Des rochers et même des collines cèdent à la violence de leur choc et le dégat qu'elles causent directement par leur masse et indirectement par le vent qu'elles produisent, est terrible.

Mde. de L. Mais sont ce donc des ouragans que les avalanches produisent?

Mr. de P. Permettez moi, madame, de vous en offrir un exemple. Le village Randa, aux environs du Monte-Rosa, a essuié en Décembre 1819 la fureur du vent d'une de ces avalanches. C'étoit un glacier qui se

[redacted]

accompagné du docteur Paccard. Ce ne fut que le 1er Aoust 1787 que Saussure, accompagné de son fils, de son domestique et de 18 guides, escalada ce sommet le plus élevé de l'Europe et y fit des observations à jamais mémorables avec le baromètre, le thermomètre, le cyanomètre, sur l'existence de l'acide carbonique dans l'air de ces régions élevées et sur lui-même ainsi que sur ses compagnons de voyage.

Le jeune de L. Trouva-t-il de ce gaz, qui est si pesant, à ces grandes hauteurs?

Mr. de P. Assurément, mais sans en mesurer la quantité. Une portion d'eau de chaux, exposée dans une jatte à l'air libre, se couvrit bientôt d'une pellicule de carbonate de chaux.

Mde de L. Mais qu'avoit-il à observer sur lui-même et ses compagnons?

Mr. de P. Beaucoup, madame; et je vais avoir l'honneur de vous donner un précis de ce qu'ont observé Saussure et ses successeurs dans ces voyages. Lorsqu'on a atteint une hauteur de 1500 toises on commence à éprouver une lassitude qui augmente avec la hauteur et qui est plus qu'en proportion du chemin qu'on a fait. Elle est telle que, pendant qu'on monte les 150 dernières toises d'une hauteur de 2400, on ne peut faire que 15 à 20 pas sans se reposer une ou deux minutes. Le pouls est accéleré, la respiration de même et l'on sue facilement malgré le froid où l'on se trouve (que mon fils observa près de la cime du Kasbeck de 6 à 7 degrés R. au dessous de zéro) et qui est incomparablement plus sensible que dans la plaine, lorsque le ther-

[redacted]

momètre indique la même température. Quelques fois on ressent un bourdonnement dans les oreilles et il sort du sang du nez et des lèvres. Les organes de la vuë et de l'ouïe et de la voix sont affoiblis et comme engourdis, et l'on se trouve quelques fois surpris d'une envie de dormir à la quelle on résiste à peine. Quelques Physiciens ont trouvé que leur respiration étoit difficile; la plupart ont trouvé au contraire que la leur étoit plus facile que dans la plaine, dès qu'ils reposoient.

Tous ces phénomènes physiologiques s'expliquent par la diminution de la pression et de la densité de l'air. A une hauteur de 2000 à 2500 toises cette pression et cette densité ne sont, correction faite pour la diminution de température qui augmente ces deux quantités, qu'environ $\frac{11}{16}$ de celles que l'atmosphère a au niveau de la mer. La diminution de pression doit accélerer la circulation du sang, par ce que les vaisseaux et les chambres du coeur sont moins comprimées. Cependant nous savons par les observations de mon fils, que les hommes qui habitent toujours de hautes contrées n'ont pas le pouls plus rapide que ceux des plaines. Ainsi il faut admettre que l'iritabilité de leurs nerfs et de leurs muscles est moindre; ce qui explique physiquement le caractère plus doux et phlegmatiquo de ces montagnards.

Mr. de T. Jusqu'à quelle hauteur trouve-t-on des habitations humaines?

Mr. de P. Cela dépend du climat géographique, qui influe beaucoup sur le climat des montagnes. Ces points les plus élevés sont

	au dessus du niveau de la mer	*au dessous de la ligne des neiges éternelles.*
	toises	toises
En Amérique la métairie sur l'Antisana	2110	352
L'Hospice du grand St. Bernard en Suisse	1278	332
Au Caucase le village Rées près du Kasbeck	1200	447
En Suisse le village St. Jaques dans le val d'Ayas	885	725
En Espagne le village Porte dans les Pyrennées	836	774

Vous voyez par cette petite table qui je viens de lire, que l'hospice du grand St. Bernard en Suisse est de toutes les habitations humaines celle qui approche le plus de la frontière des neiges éternelles; et comme il est dominé par des montagnes de neige très élevées et à sa proximité, on doit encore diminuer peut-être de moitié cette distance de 332 t. pour évaluer les grandes incommodités qu'offre un pareil séjour. Le thermomètre ne s'y élève que très rarement à 17 degrés R. au dessus de zéro et tombe jusqu'à 27 au dessous. Les neiges entourent, on pourroit dire ensévelissent, cette habitation pendant 8 mois de l'année. Des brumes presque éternelles couvrent cette contrée et ne laissent voir le soleil qu'environ 60 fois pendant un an entier; et pour surcroit de maux, la maison presque immense de cet hospice est si mal construite que les parois des chambres sont couvertes de givre de 4 à 5 lignes d'é-

[redacted]

paisseur pendant deux tiers de l'année et mouillées pendant l'autre tiers.

Mde. de L. Quel affreuse situation!

Mr. de P. Aussi les frères de cet hospice, qui vouent leur vie à sauver celle des nombreux voyageurs qui courent tant de dangers à ce passage, quoique choisis parmi les jeunes gens les plus robustes, meurent la plûpart entre 25 et 30 ans, et y atteignent rarement l'age de 35 ans. Les fonds de cet institut ne suffisent qu'aux frais qu'exigent 30 à 35 mille rations qu'il distribue annuellement aux voyageurs et ne permettoient pas d'améliorer ce batiment. Mais une souscription faite dans toute l'Europe dans ces deux dernières années a fourni ces frais, et cet hospice cessera d'être un lieu pestiféré pour ses habitans et les voyageurs. — Mais retournons à l'explication des phénomènes que nous offrent les hautes montagnes.

La lassitude qu'on éprouve sur de grandes hauteurs, de même que la difficulté de la respiration, n'ont lieu que pendant qu'on marche. C'est ce qu'attestent presque tous les voyageurs des Alpes; c'est ce qu'atteste encore Biot qui s'éleva, en 1804, dans le ballon aérostatique jusqu'à 3600 T. de hauteur. Il n'éprouva aucune lassitude, quoique son pouls ait augmenté de fréquence de presque d'un tiers. Cela prouve que l'action des muscles, qui nous servent aux mouvemens volontaires, dépend entièrement de la respiration. Or cette action du poumon et de la peau dépend évidemment de la densité de l'air qui, respiré à volumes égaux, n'ammène dans ces deux organes que $\frac{11}{14}$ de la portion

besoin d'un tems presque double pour cuire leur viande. Enfin vous concevrez que la respiration étant la principale source de la chaleur animale, la déperdition de cette chaleur, causée par l'air et par la transpiration accélerée, doit rendre très frilleux et qu'un froid de quelques degrés est presque insupportable.

(Pause, pendant le quelle personne ne parle.)

Mde. de L. Vous vous taisez, monsieur de P. Notre entretien seroit-il déja terminé?

Mr. de P. Non, madame; mais j'ai à présent à vous parler de la végétation sur les montagnes, et je ne me hazarde pas de le faire en présence d'un Maitre en Botanique.

Le Comte C. Vous plaisantez, monsieur de P., d'autant plus qu'ici il s'agit peut-être moins de la Botanique que de la Physiologie des plantes.

Mr. de P. Raison de plus pour réitérer la prière que je vous fis hier en secret de prendre aujourd'hui ma place.

Mde. de L. Faites le, monsieur le Comte; je vous en prie.

Le Comte C. Croyez-vous, madame, qu'il suffise de savoir un peu de ces choses-là pour vous offrir le tableau de la végétation sur les hautes montagnes, surtout en présence d'un Physicien qui ne laisse passer aucune explication ou conjecture hazardée?

Mr. de P. Je vous remercie très fort, monsieur le Comte, de ce coup de patte, qui doit vous engager à céder, si vous voulez vous réconcilier avec moi.

[redacted]

Le Comte C. S'il le faut pour vous appaiser et si Madame de L. l'ordonne, je suis prêt à me sacrifier. Voyons.

Lorsqu'un commence à gravir les montagnes, on voit les végétaux de la plaine se perdre petit à petit pour faire place aux plantes alpines. A la forêt de haute futaie succèdent les buissons; puis viennent des herbes aromatiques, ordinairement recouvertes d'un léger duvet. Plus haut on voit les graminées vivre en quelque sorte en familles, et plus haut encore, près des neiges éternelles on ne retrouve guères plus que des cryptogames, c. à. d. de petits végétaux dont les organes sexuels se dérobent à notre vue; leur siège s'étend jusques sous la neige qui n'est pas permanente et sur toutes les masses de rochers qui percent la croute des neiges et des glaces qui ne disparoissent jamais. C'est ici qu'est le terme de la végétation et de la vie. Si nous parcourons la surface du globe de l'équateur vers les pôles, nous retrouvons une suite semblable de végétaux, de sorte qu'un seul grouppe de hautes montagnes entre les tropiques nous offre non seulement tous les climats, mais aussi un portrait au miniature de tout notre globe. Mais comme toute miniature change en quelques points le caractère du portrait et manque de plusieurs détails qu'offre le tableau en grand, nous trouvons que la ressemblance entre ces deux grandes suites de plantes n'est pas parfaite. Aussi la Botanique a-t-elle caractérisé certaines familles de végétaux sous le nom de *plantes alpines*, sans au reste circonscrire rigoureusement l'idée qu'elle attache à ce mot, et je prends la liberté de m'adresser à monsieur de P. pour nous faire, en sa qua-

[redacted]

lité de sévère Physicien le cadeau du vrai caractère des plantes alpines.

Mr. de P. Vous vous vangez! Eh! bien je me revangerai en vous accordant ce que vous demandez. Messieurs les Botanistes ont rangé au nombre des plantes alpines plusieurs plantes que nous retrouvons dans les plaines immenses de la Russie, où une montagne, s'il s'en trouvoit, passeroit pour un Phénix; ce qui prouve que, si ces espèces se trouvent à de grandes hauteurs, ce n'est pas pour s'en orgueillir d'habiter une région élevée, mais pour le plaisir de croitre dans une région froide. Deux circonstances doivent former le caractère des plantes alpines, la ténuité de l'air et une moindre différence de température de l'été à l'hyver, toutes deux comme nécessaires à leur parfait développement. Car dans les montagnes la saison n'est ni si chaude en été ni si froide en hyver que dans les pays plats, dont le climat se rapporte d'ailleurs à celui de la région élevée, c. à. d. dont la moyenne température de toute l'année est la même.

Mde. de L. Je ne comprends pas tout-à-fait cela.

Mr. de P. Prenons un exemple. La température moyenne de Madrid est de 15 degrés C.; mais la chaleur y varie de l'été à l'hyver depuis 30 degrés jusqu'à zéro. La température moyenne de Quito est aussi de 15 degrés C.; mais la chaleur ne varie ici de l'été à l'hyver que de 17 degrés à 13. Si donc il existe des familles de plantes qui ne puissent supporter que 4 à 5 degrés de variation dans la température de leur atmosphère, ces plantes croitront à Quito et non à Madrid.

[redacted]

Le Comte C. Je ne puis rien objecter contre ce double caractère des plantes alpines, quoique je regarde le premier comme le plus essentiel. Mais alors nous aurons bien peu de plantes alpines.

Mr. de P. Je ne vois à cela de mal que pour ces demi-botanistes de la Suisse qui nous vendent des collections de plantes alpines, dont les trois quarts se retrouvent dans presque toutes les plaines de l'Europe depuis Cadix jusqu'à l'Ural.

Le Comte C. Humboldt a eu l'idée vraiment heureuse de nous fournir à la lettre un vrai tableau de la végétation des montagnes tropiques. C'est une carte qui représente une montagne imaginaire dont une moitié contient les familles principales dessinées avec beaucoup de goût et l'autre est couverte des noms de ces familles; les desseins et les noms sont placés aux hauteurs requises, en sorte qu'on voit d'un coup d'oeil tout ce qui croit dans les régions tropiques jusqu'à la hauteur des neiges éternelles. Humboldt descend même sous terre et nous offre sous l'équateur les mêmes cryptogames souterrains qui en Europe tapissent les rochers et la boiserie de nos mines. Car, ici comme là, il règne une même température égale toute l'année et la même pression de l'atmosphère.

En arrivant à la surface de la terre nous nous trouvons d'abord dans la *region des palmiers et des pisangs.* A leur ombre croissent la Musa, l'Heliconia et plusieurs espèces de Lys odorifères. Les Cactus par contre, ces plantes hideuses, herisées de fines épines, mais ornées de fleurs ou majestueuses par leur grandeur ou

brillantes des couleurs les plus vives, peuplent les sables qui bordent l'océan tropique, et l'Aristolochia cordiflora, rampante près des fleuves, en orne les bords de ses fleurs gigantesques, voisines des Banians et de la Switenia qui nous fournit l'Acajou. Cette région est de 500 toises de hauteur perpendiculaire. De celle-ci on s'élève a *la région de ces fougères qui atteignent la hauteur d'un arbre médiocre.*

Mr. de G. Ainsi Collin assis sur la fougère est dans ce pays là un gard perché à 30 ou 40 pieds de hauteur.

Le Comte C. Apparemment. La moitié de cette région s'étend vers le bas dans celle des Palmiers, et monte jusqu'à 1400 toises au dessus de la mer. C'est dans cette région tempérée que croissent les différentes espèces de Cinchona, arbres dont l'écorce est le Quinquina. C'est encore ici que l'on retrouve les Passiflores dont quelques espèces sont des arbres de la grandeur des chênes, l'Uva camerona, vigne propre à ces contrées, qui fournit le vin des naturels du pays, les plantes sensitives et le palmier à cire, Ceroxylon andicola, haut de 140 à 150 pieds, qui, à l'étonnement des Botanistes, ne croit pas dans la région inférieure.

A la hauteur de 1350 jusqu'à 1540 toises est la *région des chênes* qui perdant là leur feuillage par la sécheresse et le recouvrant dans la saison humide, offrent dans les régions équatoriales l'image de l'automne et du printems de l'Europe. Là croit le Cheiranthostemon, arbre gigantesque, dont l'âge ne se compte pas par années, mais par siècles et qui rivalise en grosseur et en

[redacted]

durée avec le Boabab du Sénégal et la Mimosa colossale des plaines d'Arangua.

Parvenus à la hauteur de 1500 toises, le voyageur ne trouve plus aux arbres de haute futaie leur grandeur naturelle. C'est la *région des buissons*, qui s'étend jusqu'à 1700 toises et offre un climat froid et humide et presque toujours couvert de brouillards. C'est la région où se forment la plûpart des nuages, dans les quels l'habitant se trouve plongé. Les grands arbres y sont rabougris et offrent, de même que les buissons, des branches tortues et noueuses, dont la vue augmente encore le désagrément du climat, qui d'un autre côté est embelli par une flore riche de plantes agréables, qui ne font en quelque sorte qu'une suite avec celles de la *région des plantes alpines* qui s'étend jusqu'à 2100 toises.

De 2100 toises jusqu'à 2358 est la *région des graminées* dont les familles nombreuses couvrent le sol et nourrissent le Llama, espèce de mouton qui est pour le montagnard américain presque ce que la Renne est pour le Lapon. De 2358 toises jusqu'a la ligne des neiges éternelles (2464 toises) est la *région des cryptogames* qui excluent tous les autres végétaux.

Mde. de L. Vous auriez eu bien tort, monsieur le Comte, de nous priver de cette esquisse intéressante, dont le tableau tracé par Humboldt doit avoir les plus grands attraits.

Mr. de P. Ce tableau est si séduisant que, quoique chaque coup de pinceau soit et ait dû être rembruni par plusieurs noms de plantes, il ne perd pas de

son intérêt même pour le lecteur peu instruit en Botanique.

Le Comte C. Je vous dois, madame, une esquisse semblable de la végétation montagnarde dans les climats tempérés. Mais je serois embarassé de vous l'offrir, si le fils de notre cher professeur ne nous avoit fourni le tableau de la végétation du Caucase à la manière de Humboldt. Ce tableau n'est pas, à beaucoup près, aussi riche que celui de Humboldt; car il manque à ce sol les premières 800 toises couvertes en Amérique de la superbe flore des plantes équinoctiales. Mais il intéresse, surtout par des observations nouvelles sur la végétation, celui-même qui ne connoit pas les noms des plantes qu'il contient.

Transportons nous en idée sur le sommet du Kasbeck, qui égale à peu près le Mont-blanc en hauteur et descendons petit à petit jusques dans la plaine du Tereck et du Cuban qui sépare la mer noire de la mer caspienne. Ce n'est qu'à la hauteur d'environ 1700 toises, c. à. d. à 53 t. au dessus de la frontière des neiges éternelles, qu'on trouve les cryptogames en familles nombreuses couvrant la surface des rochers qui percent la neige; plus haut ils sont rares. Cette *région des cryptogames* s'étend jusqu'à 47 toises au dessous de la ligne des neiges. Elle n'exclut pas toute autre végétation; on y trouve plusieurs espèces d'autres plantes, et, ce qui doit étonner, ce ne sont pas des graminées dont la région avoisine celle-là, mais des herbes, telles que des Saxifrages, des Potentilla etc., qui croissent d'ailleurs en abondance dans les plaines.

[redacted]

Mr. de R. Ces plantes doivent donc être propres à tous les climats.

Mr. de L. Comme l'homme.

Le Comte C. La *région des graminées* se trouve entre 1500 et 1400 toises. Ces familles couvrent tout le sol excepté aux environs de grands rochers où les herbes que je viens de nommer se nichent avec d'autres, telles que des Campanules, des Aster, des Polygonum etc.

Plus bas les graminées diminuent et les autres herbes prédominent, parmi les quelles se distingue un bleuet (Centaurea ochroleuca) dont la belle fleur jaune de soufre atteint trois pouces de diamètre. Ces herbes et d'autres de nombreuses espèces tapissent l'espace voisin de 1400 à 1300 toises où commence la *région des buissons*, qui s'étend au moins jusqu'à 800 toises. Ici règne en quelque sorte le Rhododendron du Caucase qu'on cultive dans nos jardins et qui là sert de bois de chauffage. Ce n'est qu'à la hauteur de 974 toises qu'on trouve les premiers sapins et les premiers bouleaux, qui à la vérité n'atteignent pas leur grandeur naturelle, mais aussi ne sont pas rabougris. Au reste il se trouve à la hauteur de 1048 toises près du village d'Abannah un bosquet de bouleaux de jolie taille et hauts de 25 pieds. Mais ce phénomène fait si fort exception à la règle que les barbares qui habitent cette contrée le regardent comme sacré et punissent de mort celui qui oseroit abattre un de ces arbres. La région de 800 à 458 toises est encore inconnue, par ce que les naturels, soubçonneux et sanguimaires, n'en per-

mettent pas l'accès à l'Européen. On trouve à cette dernière hauteur déja beaucoup de Bouleaux, de Sapins, d'Aunes, de Chênes etc.; mais ce n'est qu'à 300 toises qu'on rencontre de grandes forèts.

Aux pieds du Caucase est une de ces grandes plaines, qu'on nomme *Steppe*, où l'on ne trouve aucune arbre planté par la Nature, excepté à quelques pas des fleuves et rarement. Par contre cette plaine est couverte d'une légion d'herbes qui y croissent plus vigoureusement que partout ailleurs, et dont quelques espèces atteignent la hauteur de petits arbres. Cette force de végétation si extraordinaire est due aux inondations du Cuban et du Tereck qui augmentent d'année en année la croute de terre végétale dont on ne connoit pas encore l'épaisseur. Cette quantité prodigieuse de plantes remplace le bois de chauffage.

Remontons à la hauteur des neiges permanentes et nous ne serons pas peu étonnés de trouver à mille pieds au dessus de leur limite, sur un rocher de porphyre nud et décrépit, sans terre végétale et sans lichen aux environs, une herbe encore en fleur et dont quelques exemplaires avoient déja des semences mûres. Et cette herbe n'est pas une graminée, mais un Cerastium, à qui notre voyageur a donné le nom de Cerastium Kasbeck, qui porte l'empreinte la plus prononcée des changemens que ce site elevé et froid apporte aux plantes qui y croissent. La fleur et la racine ont toute leur grandeur et leur vigueur naturelles; mais la tige, l'écorce et les feuilles ont subi de grands changemens. La tige est courte, foible et rampante, tandis que dans les Cerastium [illegible] ferme et perpendiculaire.

L'écorce est molle, ridée, jaunâtre jusques près des feuilles et des fleurs où elle prend la couleur verte, et ne tient que très foiblement à la tige. Les feuilles diffèrent de celles des autres Cérastium de deux manières; d'abord elles sont beaucoup plus petites, les plus grandes ayant à peine 4 lignes carrées de surface; et puis les unes sont de figure ovale et vertes, les autres sont très allongées, de figure linéaire et jaunes, de sorte qu'elles ressemblent plutôt à une membrane animale qu'à une feuille.

Le jeune de L. Ce que vous nous peignez là, monsieur le Comte, à l'air d'une plante morte, et cependant elle est en fleur. Je n'y conçois rien.

Le Comte C. Les Botanistes savoient déja depuis longtems que toutes les plantes qui croissent dans des régions élevées ont moins de grandeur et de vigueur que les mêmes espèces qui croissent dans la plaine; mais ils n'avoient pas encore observé cette différence totale de végétation entre la fleur et la racine d'un côté, qui ne perdent rien par la hauteur et le froid du site, et la tige, l'écorce et les feuilles de l'autre, qui en souffrent si considérablement. L'auteur de ces observations (il étoit encore étudiant à Dorpat lorsqu'il les fit) retrouve le même caractère, mais moins marqué, dans toutes les herbes qui croissent jusqu'à 250 toises au dessous de la ligne des neiges éternelles ou jusqu'à 1400 toises au dessus de la mer. Les fleurs et les racines ont leur grandeur ordinaire, tandis que les tiges, qui quelques fois deviennent rampantes, n'en ont souvent qu'un tiers et les feuilles un quart.

Mr. de P. Permettez moi d'ajouter qu'il a retrouvé ce caractère dans les herbes qui croissent sur les Pyrennées sous les mêmes circonstances; telles que le Physeum haemisphaericum, le Pyrethrum alpinum, l'Authemis montana, le Ranunculus glacialis etc. toutes plantes qu'il ne trouva pas sur le Kasbeck, et dans le Leontodon taraxicum et autres qui se trouvent à ces hauteurs dans le Caucase comme dans les Pyrennées.

Le Comte C. Ces nouvelles observations, que je ne connoissois pas, son voyage aux Pyrenées n'étant pas encore imprimé, prouvent bien clairement que ce caractère des plantes croissantes près de la ligne des neiges permanentes est général.

Mr de G. Mais donnez nous donc la clé de ce paradoxe, monsieur le Comte.

Le Comte C. Elle se trouve dans l'excellent *Essai sur la végétation* du jeune Saussure (digne fils du grand scrutateur des Alpes) où il est prouvé que la nourriture principale des parties vertes des plantes est le gaz acide carbonique, qui se décompose dans ces parties mêmes par les rayons du soleil, et que la nourriture principale des fleurs est le gaz azote qui s'y condense par l'acte de la végétation et l'influence des rayons solaires. L'acide carbonique se forme dans le terreau par la combinaison du gaz oxigène de l'air avec le carbone, et se retrouve en outre dans l'atmosphère. Ce qui en est composé dans le terreau est absorbé par les racines et porté pour la plus grande partie aux fleurs et aux semences, de sorte qu'il n'en reste que peu pour les feuilles, dont la nourriture est presque entièrement assignée à l'acide

[redacted]

carbonique contenu dans l'air. Or l'atmosphère de ces hauteurs n'a guères que deux tiers de la densité qui lui est propre dans les plaines. Ainsi l'acte de la végétation n'offre que les deux tiers d'alimens à la plante. La racine, près de la quelle le terreau compose l'acide carbonique, s'empare de tout ce gaz pour elle-même et pour la fleur, qui toutes deux ne souffrent pas de cette famine. Mais les feuilles trouvent dans l'atmosphère une nourriture d'autant moins substantielle que l'acide carbonique, qui dans les plaines ne fait que $\frac{6}{1000}$ du tout de l'air, ne parvient pas à ces hautes régions même à une quantité proportionnée de $\frac{4}{1000}$, par ce qu'il doit s'y élever et est continuellement rammené vers le bas par un courant d'air froid qui glisse des régions supérieures plus froides le long du panchant de la montagne vers les régions inférieures.

Le jeune de L. Pauvres feuilles! Elles font là une diète forcée.

Le Comte C. Les fleurs par contre reçoivent leur carbone de la racine et leur azote de l'air qui, quoique dilaté, en contient encore beaucoup plus qu'il n'en faut; puis qu'il fait la majeure partie de l'air; ce qui se prouve par l'observation que les fleurs exhalent de nuit une partie du gaz azote qu'elles ont aspiré pendant le jour.

Mr. de L. Cette explication me fait plaisir; mais je ne vois pas pourquoi la tige de ces plantes est souvent rampante et toujours si basse.

Le Comte C. C'est la température locale qui en est cause. Notre jeune observateur a trouvé par des

observations directes que la chaleur de la terre, qui se répand dans l'air, diminue en progression très rapide; de sorte qu'entre celle qui a lieu à trois pieds au dessus de la surface de la terre est souvent de 8 degrés R. moindre que celle qui a lieu à un pouce sous terre. La différence moyenne de nombre d'observations, faites dans plusieurs jours, se monte à $4\frac{1}{2}$ degrés. Cette grande différence entre les températures à une si petite hauteur cadre fort bien avec la marche chimique du calorique. Transportez, mon Général, cette différence de température dans les régions élevées où la température du sol atteint à peine 3 à 4 degrés, et vous concevrez que le froid d'une région de quelques pouces de hauteur au dessus du sol doit arrêter la végétation, et que, si la tige d'une plante trouve assez de nourriture pour atteindre une longueur d'un pied ou plus, elle doit cependant ramper pour ne pas sortir de la région où elle trouve la température nécessaire à son accroissement. Et voilà un nouveau climat dont nous devons la connoissance au jeune Parrot, et en même tems la surprise que monsieur de P. nous ménageoit lorsqu'il nous parloit des climats.

Mr. de P. Tout juste.

Mr. de L. Ainsi il faut distinguer trois climats; le climat géographique, qui dépend de la latitude du lieu; le climat montagnard, qui dépend de la hauteur du lieu au dessus de la mer; et le climat botanique, qui dépend de l'élévation au dessus du sol. Ce troisième climat explique, si je ne me trompe, pourquoi les hautes régions ne produisent plus d'arbres de haute futaie, mais seulement des buissons, et pourquoi le pe-

[redacted]

tit nombre d'arbres qui viennent cependant, favorisés par des circonstances particulières, n'atteignent pas leur hauteur naturelle sans cependant être rabougris.

Mr. de P. Nous ne pouvons terminer mieux cette longue soirée que par le tableau intéressant que monsieur le Comte nous a donné de la végétation sur les hautes montagnes. Demain j'aurai l'honneur de vous entretenir des volcans.

QUATREVINGT DIX NEUVIÈME ENTRETIEN.

Mr. *de P.* Nous allons vouer cette soirée à l'examen des volcans, des matières qu'ils vomissent, des phénomènes principaux des éruptions et des causes de ces phénomènes gigantesques et terribles.

Mr. de L. Ce sujet m'intéresse. J'aime à contempler la Nature dans ces momens de convulsions, où les élémens, en fureur les uns contre les autres, semblent vouloir détruire son ouvrage.

Mr. de P. Les montagnes volcaniques s'annoncent à leur extérieur par une forme conique plus régulière que celle des autres montagnes et par les produits des éruptions, dont leurs environs sont couverts ou parsemés. Souvent ils sont isolés sur de grandes plaines, mais souvent aussi contigus à d'autres montagnes; ce dernier cas a lieu lorsqu'il s'établit un volcan dans une montagne déja toute formée. La figure primitive devient irrégulière quand les éruptions ont lieu par des ouvertures qui se forment dans les flancs. Ces ouvertures, et sur tout celles du sommet, sont de règle fermées par une croute de laves, qui s'est ré-

[redacted]

froidie à une petite profondeur au dessous du bord; tel est le Pic de Teyde, dont le cratère n'a que 20 a 30 pieds de profondeur. Cette croute a d'ordinaire des crevasses, d'où s'échappent de la vapeür et de l'acide sulfureux. Les cratères ouverts offrent un aspect effrayant et hideux. Un abyme immense, du fond du quel s'élèvent des masses informes, de vraies montagnes souterraines et couvertes de cendres volcaniques et de soufre, est tout ce que l'oeil apercoit, si le volcan n'est plus en activité. Mais s'il est encore actif, sans au reste être en état d'éruption formelle, on voit quelquefois, selon le témoignage de Spalanzani, la lave en fusion, à la chaleur rouge ou blanche, bouillonnante et s'élevant et s'abaissant tour à tour. Souvent il se forme de gros bouillons qui crèvent avec le bruit du tonnerre et laissent échapper un torrent de fumée. Ce qui entoure les volcans est de la cendre volcanique, des laves, des rochers calcinés que le volcan a vomis, et si ce cratère dépasse la ligne des neiges éternelles, toute l'apreté du climat, toute l'austérité de ces régions se joint à ces teintes sombres pour composer un tableau de destruction le plus triste et le plus rebutant de toute la nature.

Mde. de L. Vos descriptions, monsieur de P., ne sont pas riantes aujourd'hui.

Mr. de P. Voyons si vous trouverez, madame, plus de goût à celle des matières volcaniques, et commençons par *les laves*, principale production des volcans. On a longtems été embarassé de donner une définition des laves, tant elles sont variées. Pour nous,

nous nour tirerons plus aisément d'affaire en nommant *Lave* toute masse minérale qui est sortie du volcan en état de fusion et se durcit en se réfroidissant. Au reste ne croyez pas que les laves, pour avoir été fondues, soient une espèce de verre noirâtre; rarement elles sont vitrifiées. Quand on les casse la fracture offre des surfaces plus ou moins unies, quelques fois terreuses, jamais luisantes. Leur couleur est plus ou moins noirâtre tirant sur le verd ou sur le brun. Elles sont, de même que les rochers dont elles sont formées, composées de silice, d'argile, de deutoxide de fer aux quelles se joint un peu de chaux, de soude et de potasse.

Il est difficile de déterminer au juste la température des laves, par ce qu'elle diminue à mesure que le torrent les éloigne de la source. Au reste vous croirez à peine qu'il y a eu des Naturalistes qui ont prétendu que, quoique les laves aient la chaleur rouge, cette température n'est pas grande, assignant la cause de la fluidité des laves à une substance qui s'évapore à l'air, apparemment par ce que la surface d'un torrent de laves se réfroidit assez vîte et charrie des glaçons sur les quels on peut faire quelques pas sans se brûler. Mais des observations exactes ont prouvé que les laves du Vésuvé, qui ont déja atteint les petites villes situées autour de ce volcan, y fondent l'argent. Or ce métal n'est fusible qu'à 1316 degrés R. Ainsi nous pouvons admettre sans courir risque de nous tromper, que la température des laves, au sortir du cratère, est au moins de 1400 degrés R.

Mr. de R. Quel torrent que celui de ces laves

[redacted]

brûlantes et quelle impétuosité ne doit-il pas avoir, tombant de si grandes hauteurs!

Mr. de P. Pardon, monsieur de R. La vitesse du cours de ce flèuve de feu est très petite à cause de la grande viscosité du fluide, qui augmente par le réfroidissement à mesure que la masse s'éloigne de sa source. Les laves du Vésuve, sur le penchant de la colline, n'ont qu'environ 2 pieds de vitesse par seconde, et dans la plaine 1¼ pouce. Au reste cette vitesse est différente à différentes profondeurs du lit; car les couches supérieures, qui se réfroidissent plus vite, ont un cours plus lent que les inférieures qui conservent leur fluidité plus longtems.

Le jeune de L. Mais le sol réfroidit aussi les couches inférieures.

Mr. de P. Assurément, mais peu, et bien moins que l'air et le vent (que cette chaleur même occasionne) ne réfroidit les supérieures; la plus grande vitesse est en effet dans l'intérieur, mais bien au dessous du milieu de l'épaisseur de toute la masse coulante.

Les laves sont tantôt compactes, tantôt poreuses et chaque écoulement d'un volcan fournit les deux espèces à la fois. La partie inférieure du torrent est compacte et la porosité du reste augmente de bas en haut, en sorte que les couches supérieures ont des trous de la grosseur d'un bout du doigt et plus. Et ce qu'il y a de bien remarquable, c'est que ces trous ronds sont allongés dans le sens de l'écoulement; Le grand axe de ces sphéroïdes creux est précisément parallèle à la direction de la marche des laves; d'où l'on peut conclure en

toute sûreté de la position de cet axe à la direction, Cet allongement des sphéroïdes est évidemment un effet de l'inégale vîtesse des couches.

Mde. de L. Mais d'où proviennent ces vides dans des masses qui d'ailleurs doivent être compactes?

Mr. de P. De l'humidité du sol qui, à cette haute température, se change en une vapeur d'une très grande élasticité. Tant que la lave a assez de fluidité pour laisser monter cette vapeur, elle conserve sa compactilité; mais là où la viscosité augmente, la vapeur commence à se former en petites bulles qui gagnent en grosseur à mesure qu'elles montent. Un calcul assez simple prouve que l'humidité du sol fournit une vapeur de bien plus de dix fois plus de volume que celui des pores de la lave, et que le surplus doit produire cette fumée qu'on voit s'échapper des laves pendant leur écoulement. Au reste il n'est pas moins vrai que la lave elle-même fournit des vapeurs de souffre, d'acide sulfureux, d'acide muriateux hydrogéné et d'autres peut-être, encore inconnues; et si le courant passe sur un sol végétal, il se joindra à ces vapeurs de l'acide carbonique et du gaz hydrogène ou pur ou carboné, produits par la combustion des plantes: toutes bonnes choses, bien faites pour se mêler à la vapeur d'eau et produire l'odeur puante que la surface des laves coulantes exhale.

Les laves ont un caractère minéralogique tout particulier. Elles contiennent une grande quantité de cristaux de deux espèces. Les uns, nommés *Augites,* sont de petites colonnes à six pans, terminées à chaque bout par de petites pyramides quadrangulaires; leur couleur

est le verd foncé. Les autres, nommés *Leucites*, sont composés de deux pyramides quadrangulaires, unies par leur base. Ils sont presque transparents et blanchâtres, et contiennent tous un petit augite. Toutes les laves contiennent ces deux espèces de cristaux, excepté la lave vitrifiée, où la vitrification les a confondus avec le reste de la masse. Ils sont moins fréquents dans la lave poreuse, et si fréquents dans la lave compacte qu'ils y font la majeure partie de toute la masse. Tous ces cristaux sont situés dans la lave de manière que leur longueur se trouve dans la direction du courant, et ceux qui touchent la surface intérieure d'une bulle dans la lave poreuse, perdent là leur forme naturelle pour prendre celle de la bulle.

Le Comte C. Ce qui semble prouver que la formation des bulles est antérieure à celle de ces cristaux, et que les cristaux se sont formés pendant l'écoulement des laves.

Mde. de L. Je n'eusse pas imaginé que ces torrens puants de laves, vomis avec tant de fracas par les volcans, eussent une structure si singulière. Mais il faut s'attendre à tout; la Nature est si riche!

Mr. de P. Vous concevrez donc, madame, aisément que les laves doivent être extrêmement variées, soit en raison de la nature des substances que le volcan travaille, soit en raison des degrés de chaleur aux quels elles ont été exposées, et des mouvemens qu'elles ont subi dans le volcan, soit enfin en raison de la plus ou moins grande lenteur du réfroidissement, qui dépend de l'épaisseur des couches. On distingue quelques

unes de ces variétés, dont la principale est la *pierre ponce*, qui, comme tout le monde sait, nage sur l'eau, le volume de ses creux, également alongés dans la direction du courant, étant assez considérable pour cela. Elle se distingue des autres laves en ce que la silice domine dans sa composition plus que dans celle des autres laves, en ce qu'elle n'a que peu ou point d'augites et de leucites, et qu'on y trouve assez souvent des grains de feldspath, de mica, d'amphibole etc.

Mde. de L. De quels noms étrangers nous régulez-vous, monsieur de P.? Faudra-t-il apprendre encore une nouvelle nomenclature?

Mr. de P. Cela n'est pas douteux. Car si nous voulons connoitre l'intérieur de la terre, il faudra des noms pour les pierres et les roches dont il est formé. Comptez au reste, madame, sur ma discrétion à cet égard. Pour le présent continuons à considérer les déjections des volcans. Les laves, travaillées dans le sein de ces terribles usines, n'en sortent pas toujours en forme de fluide. Une partie de leur masse, la plus grande assurément, s'y coagule déja et y est concassée en morceaux qui varient de la grosseur de plusieurs pieds jusqu'à la plus grande finesse. La partie la plus déliée de ces matières, particules pulvérulentes de couleur grise, qui s'éclaircit souvent presque jusqu'au blanc, porte le nom de *cendres volcaniques*. Les parties moins fines se nomment *sables volcaniques* et les plus grosses, *scories* et *pierres*. Quelques unes de ces pierres, lancées souvent à des hauteurs très considérables au dessus du volcan, crèvent dans l'atmosphère et se nomment *bombes volcaniques*.

Les matières sabloneuses retombent près du volcan, le vent ne pouvant pas les mener loin; il en est de même des cendres lorqu'il ne règne pas un vent général pendant l'éruption. Mais lorsqu'il règne un vent considérable, alors les cendres sont portées à de très grandes distances. Lors de l'éruption de l'Hécla en 1766 elles atteignirent Glaumba à 50 lieues du volcan, et celles du Vésuve en 1794 furent portées en Calabre à une aussi grande distance, qu'outrepassent souvent les cendres des volcans d'Amérique. Leur quantité est quelquefois si considérable, qu'aux lieux où elles se portent, le soleil en est tellement obscurci qu'en plein jour il est non seulement impossible de lire, mais même il faut s'éclairer dans les rues par des flambeaux pour ne pas se heurter contre les maisons.

Toutes ces matières concrètes se trouvent souvent réunies en une seule masse par de fortes pluies ou même déja par les eaux du volcan, au moment de leur projection, et forment ce qu'on nomme les *tufs volcaniques*. La *pouzolane*, le *trafs* et autres sont comptés au nombre de ces brèches. Les eaux bourbeuses, que vomissent surtout les volcans d'Amérique, sont proprement des tufs délayés au moment de leur formation dans une très grande masse d'eau.

Enfin les volcans vomissent encore du sel marin, du soufre, des sulfates de fer et quelquefois de cuivre, et les laves livrent une telle quantité de muriate d'amoniaque (salmiac) que les habitans des environs du Vésuve en 1794 en recueillirent plusieurs centaines de quintaux. Il se forme en cristaux très variés dans les crevasses des laves.

[redacted]

Mais quittons ces énumérations pour observer le phénomène de l'éruption volcanique dans toute sa majesté. On prétend que les animaux sont plus tôt instruits de son approche que l'homme et témoignent de la crainte et de l'éfroi. Des bruits souterrains, accompagnés d'un dégagement de fumée plus qu'ordinaire, en sont les avant-coureurs. Ces bruits ressemblent tantôt à des salves d'artillerie éloignées, tantôt à des mugissemens sourds, mais violents. Peu à peu ils redoublent de fréquence et de force; la terre tremble jusqu'à plusieurs lieues de distance; le volcan lui-même semble s'ébranler. Tout-à-coup une explosion souterraine, plus terrible que les précédentes, commence l'éruption. Il s'élance une colonne de feu de tout le diamètre du cratère et de plusieurs milliers de pieds de hauteur, accompagnée de pierres, de scories, de sables et surtout de cendres. Les pierres et les scories brûlantes sillonnent la colonne de feu et l'atmosphère voisine, où elles se meuvent dans de grandes paraboles, que suivent également des quartiers de rocher qui quelquesfois crèvent dans l'air avec le fracas de la bombe. Les sables et les cendres s'élèvent perpendiculairement et se répandent sur les côtés, formant comme un feuillage touffus au dessus et autour de la colonne de feu. De là le nom de *Pin pinier* (pinus pinea) que les Italiens donnent à ce phénomène, dont rien n'égale l'effet, lorsqu'il a lieu de nuit. La colonne ou le tronc brille de la plus vive lumière, dont les reflets se répètent mille fois et sous des aspects toujours variés sur les nuées de cendres et de sable toujours emportées et toujours renouvellées, tandis que les mugissemens souterrains et

les tremblemens de terre continuent. L'atmosphère ne reste pas spectatrice tranquille de cette scène terrible. Le tonnerre se fait entendre; la foudre sillonne l'air et les masses de cendres et de fumée; les nuages des atmosphères voisines se précipitent avec la violence de l'ouragan sur le théatre de ces explosions; des torrens de pluie inondent et dévastent la contrée; même la mer se ressent de ces convulsions, non seulement par le frémissement du sol, mais encore par des dégagemens de gaz méphitiques qui, en s'élevant du fond de la mer, submergent les vaisseaux, font bouillir l'eau et tuent les poissons de cette contrée.

Petit à petit, après plusieurs heures ou plusieurs jours, la colonne de feu diminue et fait place à une colonne opaque de cendres et de sables, couronnée des mêmes matières, qui bientôt diminue elle-même et disparoit enfin; la Nature semble avoir épuisé ses forces destructives. Mais ce n'est qu'un moment de répit; de nouvelles détonnations annoncent de nouvelles fureurs. Un torrent de lave brulante découle du cratère et forme un fleuve majestueux. qui, quoique couvert de nuages qu'il produit lui-même, offre cependant à l'oeil effrayé sa terrible couleur de feu. Sa marche posée et lente ne se laisse arrêter par aucun obstacle; le fleuve igné brûle et écrase tout ce qu'il remontre et se creuse souvent un lit profond dans les antiques masses de laves que les siècles passés ont accumulées. Peu à peu l'écoulement de la lave diminue et se termine par une suite de jets interrompus aux quels succède enfin une déjection de sables, de cendres et de vapeurs.

Telle est l'idée générale du phénomène d'éruption,

lorsque le cratère étoit ouvert; phénomène qui souvent se renouvelle à plusieurs reprises dans des intervalles de plusieurs jours et avec différentes modifications. Mais si le cratère étoit fermé, alors la grande commotion, qui commence l'éruption, en fait sauter la voûte, et quelquesfois son sommet, comme cela a eu lieu au Vésuve et au Capa-Urku. Si cette voûte résiste, le flanc de la montagne crève et répand d'abord le torrent de laves mêlé de pierres et de scories. Mais alors ce n'est pas un écoulement simple comme il a lieu au sommet; c'est un jet parabolique lancé avec violence, qui, vers la fin, se change en un écoulement lent et finit également par de petits jets interrompus aux quels succèdent de plus grandes masses de sables et de cendres que dans le phénomène précédent. Ces dernieres éjections de laves forment ordinairement sur le flanc de la montagne un cône qui a son crater à part.

L'éruption étant finie, on observe de nouveaux phénomènes désastreux quoique moins éclatants, comme si le volcan, irité de ne plus pouvoir exercer sa fureur ouvertement, se plaisoit à nuire encore en secret. Des miasmes mortels, qu'on nomme *mofètes,* traversent à divers endroits la croute de terre des environs par des crevasses presque imperceptibles, qui s'étendent jusqu'au foyer du volcan. Ces exhalaisons ne s'élèvent que jusqu'à 4 ou 5 pieds de hauteur, et malheur à l'homme, au bétail ou à l'oiseau qui se trouva enveloppé dans leur atmosphère! Une fuite subite peut seule les soustraire à la mort.

Mde. de L. Vous venez de nous donner une description bien effrayante des éruptions volcaniques.

Mais j'avoue que l'idée d'expliquer ces phénomènes gigantesques ne m'effraye pas moins.

Mr. de P. Aussi cette explication est-elle un des plus beau triomphes de notre Science. Pour ne pas nous perdre dans ce labyrinthe d'effets si surprenants et si variés, nous distinguerons les phénomènes qui proviennent immédiatement du volcan, de ceux que l'on doit à la présence de l'atmosphère.

Mr. de L. Vous oserez donc nous donner la *théorie des volcans*, nous introduire dans l'intérieur de ces usines colossales dont l'activité bouleverse des provinces entières; vous oserez nous découvrir la nature de ces forces souterraines, dont l'imagination a peine à se faire une idée?

Mr. de P. Oui, Général! Au moins vous donnerai-je une hypothèse fondée sur les principes de la Mécanique et de la Chimie, qui résoudra avec facilité tous les problèmes que l'action des volcans nous offre. Nous faisons marcher la Mécanique en avant pour déblayer le terrain et nous fournir une base sûre sur la quelle on puisse construire le reste.

Le pic de Teyde a environ 2000 toises de hauteur et tout atteste qu'il a découlé autrefois des laves de son sommet. Nous devons conclure de là que la force, qui agit dans le foyer du volcan, doit pouvoir élever une colonne de lave jusqu'à cette hauteur; et comme l'écoulement des laves est continu pendant plusieurs heures et souvent pendant plusieurs jours, il n'existe point de mécanisme qui puisse produire cet effet, qu'une pompe foulante.

Mde. de L. Hé! monsieur de P.! Quel cylindre et quel piston fabriquerez-vous pour cette pompe foulante?

Mr. de P. J'en laisse le soin à la Nature, qui s'en est parfaitement bien acquittée. Supposez qu'elle ait établi une grande caverne, non pas directement au dessous du volcan, mais au dessous et de côté, et un canal partant du plus bas point de cette caverne et s'étendant en ligne courbe jusqu'au volcan ou plutôt jusqu'au lieu où le volcan doit se former. Voilà la pompe construite. Le gaz ou les vapeurs contenus dans la caverne seront en même tems le piston et la force; et tout ce qui se formera de matières liquides ou de débris sera forcé de monter par la force élastique des gaz et des vapeurs, si cette force est assez grande. Voici un dessein que j'ai l'honneur de vous présenter (table IV) où j'ai exprimé cette idée. Ne vous souciez pas des dimensions; nous en parlerons tout-à-l'heure. Je suppose que la grande caverne, que vous voyez à droite, ait déja sur son fond une grande portion h k m de lave brûlante et fluide, il est clair que l'élasticité des fluides aériens, pressant sur cette lave, la forcera de monter par le canal g S p e et de s'écouler tant que le résèrvoir de lave suffira et qu'en suite viendront les cendres, les sables, les scories, les pierres, qui nagent sur sa surface.

Le jeune de L. Les scories et les pierres sont elles plus légères que la lave?

Mr. de P. Assurément. On voit les scories de lave nager sur la surface des laves liquides, dont la pe-

santeur spécifique est 3, tandis que celle de la plupart des pierres est environ $2\frac{1}{2}$. Mais je continue. Vous voyez également que, si l'amas de lave fondue n'est pas assez grand pour fermer l'ouverture h du canal, il s'établira un courant de fluides élastiques d'une vïtesse énorme qui enlèvera les cendres, les sables et même les pierres qui couvrent le peu de lave fluide que la caverne récèle; et que, si le procès volcanique accumule la masse de ces laves jusqu'à ce que l'ouverture h se ferme, alors c'est la lave qui monte; comme je viens de vous le dire.

Mr. de G. Je sens que ce mécanisme et possible et qu'il explique les alternatives de déjections de laves fluides et de matières concrètès.

Mr. de T. J'observe que ce mécanisme est non seulement possible; mais que la Nature nous l'offre en effet. Que peut être la caverne immense que nous avons découverte par les expériences de la Condamine sous Quito, si ce n'est le foyer du Pichincha?

Mr. de L. Ce rapport est frappant. Mais cependant . . . . .

Mr. de P. N'oubliez pas, mon Général, que la Physique de la Terre n'est qu'un système d'hypothèses. La seule preuve qui pourroit changer cette hypothèse en une vérité démontrée, consisteroit à descendre dans le canal du volcan jusqu'à la caverne, et je doute que même toute votre intrépidité militaire vous séduise jamais à faire ce voyage souterrain. — Mais allons plus loin et cherchons à quelle profondeur au dessous du cratère cette caverne pourra se trouver, par ex: pour

[redacted]

le pic de Teyde, formé, comme le Vésuve, par ses propres déjections *). La voûte de cette caverne doit résister à un effort qui soulève une colonne de lave de 2000 toises; ce qui fait une force mécanique de 2'520,000 livres par pied carré de la surface intérieure de la voûte. L'épaisseur de cette voûte doit donc être très considérable, et vous sentez, que la hauteur perpendiculaire du canal doit augmenter non seulement de cette épaisseur, mais aussi de toute la hauteur de la caverne; ce qui augmentera le poids de la colonne de lave et parconséquent l'élasticité qui la fait écouler, et cela dans la proportion des hauteurs. Si nous considérons en outre qu'une grande partie des masses qui composent la croute de notre globe ne sont ni horizontales ni toutes d'une pièce, mais inclinées et souvent crevassées, vous jugerez que la voûte d'une pareille caverne doit avoir tout au moins 4000 toises d'épaisseur, et nous pourrons accorder 2000 toises pour la hauteur de la caverne.

Mr. de R. Mais ce sont des dimensions outrées!

Mr. de P. Pardon; pas du tout; car en les supposant telles, nous avons pour le pic de Teyde une hauteur de lave de 8000 toises à supporter et seulement 4000 toises de rochers pour l'équillibre, qui ne suffiroit pas à la moitié du contrepoids nécessaire, si la Nature n'avoit compté sur la résistance que fournit la

---

*) Cela se prouvera dans la Géologie. Le cône est composé à sa cime en grande partie de laves, à sa partie inférieure de basalt, basé sur un banc de chaux.

[redacted]

cohésion. Mais cette résistance est affoiblie, comme je viens de le dire, par la structure des rochers qui composent l'écorce de notre globe et ne doit pas être évaluée trop forte. Quant à la hauteur de la caverne, retournons à Quito pour un moment. Nous avons vu que cette caverne, si elle étoit entre le niveau de Quito et celui de la mer, auroit un espace de $1\frac{2}{10}$ mille géographique cube, c. à. d. de plus de 67 mille millions de toises cubes. Or d'après ce que nous venons de dire sur la profondeur à la quelle ces cavernes doivent se trouver, cette profondeur sera $2\frac{1}{2}$ fois plus grande, et son volume doit parconséquent être en raison du carré des distances, ainsi $6\frac{1}{4}$ fois plus grand ou égal à $7\frac{1}{2}$ milles géographiques cubes; et il est aisé de déduire de ces données qu'une caverne de ce volume et de 2000 toises de hauteur aura un diamètre environ 8 à 9 fois aussi grand que la hauteur et pourra ressembler assez bien à celle que j'ai dessinée sur cette feuille. Vous trouverez cette profondeur et cette grandeur des cavernes d'autant moins outrée, si vous considérez que les détonnations dans le foyer du Vésuve, un des petits volcans, causent, lors des éruptions, des tremblement de terre qui s'étendent quelquesfois jusqu'à plus de 50 lieues et celle des grands volcans jusqu'au double et triple de cette distance, et qu'il faut donc une masse énorme de rochers au dessus de la caverne pour résister à une force qui cause de pareils bouleversemens. Enfin il faut bien assigner une place aux masses si considérables de laves, de sables et de cendres volcaniques déjettées et dont une partie a servi à former les montagnes volcaniques elles-mêmes et souvent leurs environs.

[redacted]

Mr. de R. Je me rends, je me rends! Ne m'écrasez pas sous le poids de ces masses,

Mr. de P. Je pourrois encore vous jetter à la tête le rocher que La Condamine a découvert, lancé par le Cotopaxi à trois lieues de distance; ce qui exige, dans la supposition que l'angle de projection eut été de 75 degrés, et sans compter la résistance de l'air, une force capable de porter une colonne de lave de 6900 toises de hauteur. Mais je préfère vous laisser en vie et chercher avec vous la cause de ces forces prodigieuses qui se déploient dans les foyers des volcans, ce qui nous transportera sur le théatre de la Chimie.

Le feu, ou plutôt la chaleur, est si évidemment le principe des opérations volcaniques, que les Anciens avoient fait des volcans les ateliers de Vulcain, où ce Dieu enfumé, entouré de ses Cyclopes, forgeoit les foudres de Jupiter et les armes des Immortels. Mais la chaleur seule, agissante sur les masses de rochers qui tapissent les cavernes, ne suffit pas à produire les phénomènes volcaniques. L'eau n'est pas moins nécessaire, et nous savons qu'elle arrive au foyer, puisque la moindre activité du volcan dégage des vapeurs aqueuses, et les éruptions des volcans d'Amérique et de quelques uns d'Europe vomissent des quantités immenses d'eau. Nous savons en outre que tous les volcans encore actifs sont à proximité de la mer, les plus éloignés (ceux du Pérou) n'en sont qu'à une trentaine de lieues; et l'acide muriateux hydrogéné et la soude, comme objets de déjections, indiquent la présence d'eau salée. Mais surquoi ferons-nous agir la chaleur et

[redacted]

l'eau? — La fameuse expérience de Lemery nous l'apprend.

Le jeune de L. Ah! le volcan en miniature.

Mr. de P. Précisément. Le soufre et le fer sont les matières qui, mises aux prises avec la chaleur et l'eau, produisent les éruptions. Et la Nature confirme cette hypothèse en nous offrant, outre les matières pierreuses, du soufre, du fer oxidé et du gaz hydrogène, comme objets des déjections. Et comme en outre elle nous offre une grande partie du fer, qu'elle nous livre dans les mines, sous la forme de sulfures, nous pouvons admettre à juste titre que les opérations volcaniques sont dues à la décomposition de grandes masses de sulfure de fer qui tapissent le fond de ces cavernes, qui servent de foyers aux volcans. Ainsi il doit ou peut se former un volcan partout où il se trouve du sulfure de fer à la profondeur requise et où l'eau peut pénétrer et pénètre réellement. Le célèbre Werner a récusé les sulfures et mis les charbons de terre à leur place. Mais outre que cette hypothèse ne cadre point avec les phénomènes, elle n'est que la suite d'une autre hypothèse géologique insoutenable de ce grand Minéralogiste.

Pour vous orienter d'une manière générale dans les opérations chimiques que nous avons à détailler, jettez un coup-d'oeil sur notre dessein (table VII). La masse nlpqr représente les sulfures qui forment le sol de la caverne. Je suppose que l'eau vienne du côté droit X et se répande sur les sulfures, qui, d'après les principes de l'action de ce fluide sur le soufre et le fer, dé-

taillés à l'occasion de l'expérience de Lemery, produira de l'acide sulfureux, oxidera le fer et excitera la chaleur rouge dans la masse des sulfures exposés à cette action, ce que j'ai exprimé par la teinte blanche qui borde cette masse. mkh représente la lave liquide foulée par les fluides aériformes qui la couvrent, le long du canal gSe jusqu'au cratère, d'où elle découle et forme de ses couches le volcan qui s'est élevé dans le cours des siècles jusqu'à la hauteur qu'il a au dessus du niveau abcd de la mer. Le cas où le cratère fermé résiste à la violence de l'action volcanique et force la lave de former une crevasse dans le flanc de la montagne et de s'écouler en forme de jet d'eau, est également représenté dans cette figure par le courant eouvw. Enfin le canal fermé fqi représente le chemin que la lave avoit pris jadis pour former le volcan éteint B. La lave qui le combloit à sa dernière éruption s'étant figée dans le canal et ayant par là soudé les surfaces des roches qui le formoient, l'éruption suivante a du se frayer le chemin plus facile Sp.

L'action des sulfures sur l'eau décompose ce fluide. Son oxigène sert à produire l'acide sulfureux et à oxider le fer. L'hydrogène s'en sépare en forme gazeuse et remplit la caverne. Voyons si l'élasticité de ce gaz et du gaz atmosphérique qui pouvoit s'y trouver, fournit la force qui produit les éruptions. Si l'on considère ces gaz comme se trouvant à une profondeur de 6000 toises au dessous du niveau de la mer, le calcul donne $139\frac{1}{2}$ pouces de mercure pour l'expression de leur élasticité à la température moyenne. Un second calcul nous apprend que ce gaz devroit s'échauffer jus-

qu'à 175210 degrés R. pour gagner une élasticité capable de supporter une colonne de lave de 8000 toises de hauteur, température qui surpasse douze fois celle qui fait fondre le platine, et 125 fois celle que nous avons observée aux laves. Ainsi l'élasticité des gaz ne suffit pas à beaucoup près pour rendre compte des phénomènes mécaniques des éruptions. Mais comme ces phénomènes nous offrent constamment de la vapeur d'eau et plusieurs de l'eau liquide, il faut supposer que l'eau, qui arrive au foyer volcanique, n'est pas toute décomposée par les sulfures, mais qu'il s'en échappe beaucoup en forme de vapeur et qu'il en reste même une portion qui n'a subi aucun changement que d'être chauffée à un degré bien supérieur à celui de l'eau bouillante à la surface de la terre, puisqu'elle est comprimée non seulement par la colonne d'air de 6000 toises de hauteur et du reste de l'atmosphère, mais aussi par l'élasticité des gaz et de la vapeur d'eau qui se forme.

Mde. de L. Veuillez m'expliquer cela un peu mieux.

Mr. de P. Ressouvenez vous, madame, du petit canon à vapeur que je vous ai décrit autrefois. Le bouchon partit, chassé par l'élasticité de la vapeur, produite par la chaleur donnée à l'eau, qui devoit avoir acquis bien plus de 80 degrés R., l'élasticité qui correspond à la température de 80 degrés n'égalant que la pression de l'atmosphère et ne pouvant nullement chasser le bouchon. Et la vapeur, ayant obtenu ce degré de chaleur comme l'eau, celle-ci a du garder sa liquidité tant que le bouchon ne partoit pas, quoique la

[redacted]

leur arrivera enfin à de très hauts degrés; le rocher qui forme la caverne sera liquéfié et fournira de la lave; l'élasticité des gaz pressera contre les parois de la caverne et en élargira la fente, qui fournira à présent plus d'eau; et ce surcroît d'eau augmentera subitement le procès chimique et tous ses effets. De là les détonnations dans la caverne et les tremblemens de terre qui élargissent et retrécissent tour à tour la fente qui fournit l'eau. Ces opérations violentes ayant surmonté les obstacles qui s'opposent aux déjections par le cratère, l'éruption commence; les gaz, les cendres, les sables, les pierres s'élancent hors du volcan et la lave leur succède dès qu'elle s'est accumulée au point de remplir l'orifice inférieur hg du canal.

Mr. de G. Expliquez nous, mon cher ami, la formation de ces cendres, de ces sables et scories volcaniques, que nous ne comprenons pas.

Mr. de P. Supposez qu'il existe déjà une masse de lave fondue et brûlante au fond de la caverne. L'eau froide lancée sur sa surface, la réfroidit subitement et la brise en une infinité de parcelles plus ou moins fines. C'est cette décrépitation qui forme toutes ces espèces de matières concrètes. Quant aux quartiers de rochers qui prennent la même route, ce sont des morceaux entiers des flancs ou de la voûte de la caverne, qui tombent sur le fond près de l'embouchure du canal et ne subissent que de foibles changemens, l'action du procès volcanique n'ayant pas le tems de les changer en laves.

Toutes ces opérations, où le froid et le chaud se font une guerre si violente, ne peuvent être que tumultueuses; la lave est agitée, comme une mer orageuse,

les gaz et les vapeurs excitent des ouragans à sa surface et balayent dans le creux immense de la caverne les cendres et les sables, et le soufre qui se dégage des sulfures décomposés.

A l'aspect de ces mouvemens violents des substances concrètes dans l'intérieur de la caverne, ne doit-on pas supposer que ces substances seront souvent chassées dans la fente qui fournit l'eau, la cimenteront et arrêteront l'écoulement en tout ou en partie, jusqu'à ce que la chaleur ait fondu ce ciment de nouveau et rétabli l'écoulement qui sera d'autant plus abondant que, la source en étant tarie pendant quelque tems, l'élasticité de la vapeur a du diminuer. Cet effet est d'autant plus certain que ce sont précisément ces matières qui, vomies hors du volcan et mouillées par les pluies, forment les tufs volcaniques, le meilleur ciment connu pour les pierres et les briques, qui doit résister à l'action de l'eau. Il est encore possible que des laves, découlantes des parois de la caverne, passent sur cette fente et la ferment pour un tems, soit à elles seules, soit conjointement avec ce ciment.

C'est probablement la même Mécanique qui fait cesser l'éruption; il suffit pour cela d'admettre que ce ciment soit entré dans la fente à assez de profondeur pour ne pas pouvoir être fondu tout-à-fait; alors la crevasse fermée, en entier ou pour la plus grande partie, ne fournira plus d'eau ou pas assez pour continuer l'éruption. Ce n'est qu'avec le tems, lorsque les acides sulfureux et muriateux l'auront corrodé et aminci au point qu'il ne puisse plus supporter le poids de la colonne d'eau qui pèse sur lui, que l'eau s'écoulera de

[redacted]

nouveau et reproduira une éruption; et vous sentez que cet intervalle de repos peut durer des mois, des années ou des siècles. Quant aux volcans éteints pour toujours, si nous en avons de tels, on peut supposer que la masse des sulfures, que la Nature avoit mise à leur disposition, est épuisée.

Les jets de lave, qui terminent les déjections continués de ce fluide brûlant, s'expliquent facilement par notre figure; car lors que la masse de lave ne suffit plus pour fermer entièrement l'orifice bg du canal, alors il s'échappe une portion de vapeurs et de gaz, ce qui diminue d'un peu l'élasticité de ceux qui sont renfermés, et fait que la lave contenue dans le canal ne peut plus se soutenir jusqu'à la hauteur du sommet et retombe. Cette chûte refoule les vapeurs et les gaz de l'intérieur et ferme en même tems l'orifice gh; et comme la production des vapeurs continue, leur élasticité s'accroit et repousse la lave jusqu'à la hauteur du sommet, d'où elle découle pour un moment. Cette opération se répète plusieurs fois toujours en diminuant d'énergie; c'est l'effet du bélier hydraulique.

Mr. de V. Tout cela paroit s'accorder parfaitement avec les lois de la Mécanique.

Mr. de T. Je suis du même avis. Seulement j'aimerois à savoir comment la caverne et le canal de déjection se sont formés primitivement.

Mr. de P. C'est une question à laquelle je ne puis répondre que lorsque nous en serons à la Géologie. Quittons à présent l'intérieur du foyer volcanique, pour expliquer ce qui se passe au dehors.

Considérons d'abord la colonne de feu, aussi majes-

tueuse qu'effrayante. Elle ne peut-être autre chose que l'inflammation du gaz hydrogène, produit par la décomposition de l'eau. Cette inflammation ne peut pas se faire dans la caverne, où il n'existe pas un atôme de gaz oxigène. Car tout l'oxigène actif dans l'opération de la décomposition des sulfures provient de la décomposition de l'eau, dont l'oxigène est entièrement employé à acidifier le soufre et à oxider le métal. Ainsi ces cavernes seroient complettement obscures, si elles n'étoient éclairées par la lueur sinistre des sulfures et des laves chauffées jusqu'au rouge. L'inflammation ne se fait donc qu'à l'embouchure du cratère, aux dépends de l'oxigène de l'atmosphère, le gaz ayant la chaleur nécessaire pour s'enflammer, puisque nous avons vu dans le chapitre de la Chimie que la chaleur rouge du verre, à peine sensible de jour, suffit pour enflammer le gaz hydrogène, chaleur qui se trouve encore augmentée par l'inflammation elle-même, qui au reste n'a lieu qu'à la circonférence.

Mr. de L. Votre volcan, monsieur de P., ressemble tout-à-fait à ces bouteilles où l'on dégage du gaz hydrogène qu'on allume à la pointe du tuyau. La caverne est le ventre de la bouteille, le canal en est le col et le cratère étroit est le bout du tuyau.

Mr. de P. Je souscris volontiers à cette comparaison. Mais considérons les effets de cette inflammation. La colonne de feu du Vésuve en 1794 doit être évaluée à au moins 100 toises de diamètre, ce qui fait pour sa coupe horizontale 7850 toises carrées. Or le calcul donne pour la vitesse avec laquelle le gaz hydrogène à la température moyenne (dont je suppose la pesanteur spécifique égale à $\frac{1}{10}$ de celle de l'air, par ce

[redacted]

qu'il n'est pas pur) plus de 23 millions de pieds dans une seconde et pour le produit de gaz dans le même tems plus de 7 billions de pieds cubes ou 16,000 millions de toises cubes; ce qui suppose une consommation de gaz oxigène atmosphérique de 8000 millions de toises cubes ou d'environ 1¼ lieue cube dans une seconde, et de 4860 lieues cubes dans une heure. Vous concevez d'abord que le changement de 14,580 lieues cubes de gaz oxigène et hydrogène doivent fournir une quantité énorme d'eau, que le calcul estime à plus de 7 lieues cubes et qui doit se précipiter en pluie. Or comme cette colonne de feu a duré plusieurs heures sans interruption, il est clair que cela seul suffit déja pour causer les inondations désastreuses aux quelles les environs des volcans sont sujets; même dans la supposition que la plus grande partie de cette eau, qui s'élève en forme de vapeur dans les hautes régions de l'atmosphère, soit emportée au loin par les vents qui y règnent. Mais ce n'est pas tout. Pour ammener cette grande quantité de gaz oxigène dans ce procès gigantesque, il ne faut pas moins que l'approche de plus de 22,000 lieues cubes d'air atmosphérique, qui y arrive avec les nuages et toute la masse de vapeurs qu'il contient et dont une grande partie se réduit en eau par l'extraction du gaz oxigène. Or comme nous savons que l'électricité est le produit de l'oxidation et en général du changement de forme, il est clair que ces procès chimiques doivent produire une quantité énorme d'électricité; et l'on conçoit aisément que la foudre qui en résulte doit sillonner la colonne de feu et l'atmosphère des environs.

[redacted]

Mr. de T. Permettez moi de vous demander comment il est possible que de grosses masses de pierres soient projettées hors du volcan, comme le quartier de roche du Cotopaxi, avec une force qui l'a lancé à 3 lieues de distance et à plus de 6000 toises de hauteur.

Mr. de P. Vous savez que le vent enlève le sable et le porte souvent fort loin, témoin les nuées de sable des déserts d'Afrique. Supposons le cas peu favorable à l'explication, que le sable n'ait que $\frac{1}{10}$ de ligne de diamètre et le vent une vitesse de 100 pieds, et cherchons quelle vitesse il devroit avoir pour enlever une masse de 8 pieds de diamètre. Comme l'effort du vent est en raison de la surface ou du carré du diamètre, et la résistance ou le poids en raison du cube des diamètres, la vitesse nécessaire du vent sera en raison de 8 pieds à $\frac{1}{10}$ de ligne ou de 11520 à 1. Ainsi cette vitesse sera de 1·152000 pieds dans une seconde. Or comme nous avons supposé que le gaz hydrogène qui s'échappe du volcan n'a, à même température, que $\frac{1}{10}$ de la densité du gaz atmosphérique, il faudra multiplier cette vitesse par 10; ce qui donne pour celle que ce gaz hydrogène doit avoir, pour enlever et transporter la pierre de 8 pieds de diamètre, 11·520000 pieds par seconde. Mais la vitesse avec laquelle le gaz hydrogène sort du volcan a été calculée à plus de 23 millions de pieds et est parconséquent double de celle qui étoit nécessaire pour enlever le quartier de roche du Cotopaxi, qui, sur une route de plus de 8000 toises dans le canal du volcan, doit avoir acquis toute la vitesse du torrent de gaz hydrogène et auroit dû parconséquent s'elèver à

[redacted]

plus de 8000 toises de hauteur, si la résistance de l'air n'eut retardé sa course parabolique.

Mr. de T. Permettez moi de vous objecter que la densité de $\frac{1}{10}$ de celle de l'air atmosphérique, que vous supposez au gaz hydrogène, ne peut être la vraie, vû l'énorme chaleur à laquelle ce gaz est exposé.

Mr. de P. Assurément. Mais si je tiens ici compte de la dilatation du gaz par la chaleur, il faudra aussi en tenir compte dans le calcul de la vîtesse avec la quelle il s'échappe; ce qui augmentera cette vîtesse précisément d'autant; de sorte que nous aurons le même résultat.

Mr. de T. Ah! oui. J'avois oublié que vous aviez fait le calcul de la vîtesse pour une température moyenne.

Mr. de P. Si cette explication des phénomènes volcaniques vous a satisfait, madame, permettez moi de passer . . . . .

Mr. de L. Halte! Nous ne vous lâcherons pas encore. Vous nous devez l'explication des bombes volcaniques. Comment se font ces détonnations des quartiers de roche au milieu de leur course dans l'air?

Mr. de P. L'eau est la cause de ce phénomène. En tant qu'elle se trouve dans le foyer volcanique en état de liquide, elle a une température de 1400 degrés R. et se trouve sous une pression qui égale 4500 fois la pression ordinaire de l'atmosphère. Cette force la fait

[redacted]

pénétrer dans les pores des roches détachées des parois et de la voute de la caverne, qui, lorsque ces blocs sont arrivés dans l'atmosphère, se trouve débarassée de cette forte pression, et se change en vapeurs dans l'intérieur de ces masses avec une force élastique proportionnée à la chaleur qu'elle a conservée. C'est cette force, supérieure à celle de la poudre à canon, qui cause ces explosions autour du volcan et offre le phénomène des aérolites détonnants.

Mde de L. Eh bien! voilà mon mari satisfait!

Mr. de P. Mais moi pas, madame. En retour de la violence qu'il m'a faite, je vais vous donner encore ce soir, si vous le permettez, l'explication des *tremblemens de terre.*

Mde. de L. Je serai charmée de cette revanche à la quelle nous gagnerons tous.

Le jeune de L. Le problème ne me paroit pas difficile à résoudre. Les éruptious des volcans causent des tremblemens de terre. Ainsi nous pourrons considérer les tremblemens de terre comme des opérations volcaniques sans éruption.

Mr. de P. Vous avez assurément raison; néanmoins cet objet mérite une attention plus particulière. Commençons par la description de ce phènomène souvent plus terrible encore que celui des éruptions volcaniques.

Les secousses sont de deux espèces. Les unes sont courtes, presque instantanées, semblables à des choc-

répétés plus ou moins rapidement. Les autres sont de plus longue durée, de sorte que la terre se trouve affectée d'un mouvement ondulatoire. Ces mouvemens sont accompagnés de bruits souterrains comme dans les éruptions. Il se forme des fentes presque imperceptibles qui dégagent des gaz méphitiques. D'autres fois ce sont des crevasses d'où partent des vapeurs, de la fumée et souvent de la flamme; et même il se forme quelquefois de petites montagnes ou de petits volcans. Les secousses ébranlent et renversent souvent des maisons et des villes entières, font écrouler des montagnes, font disparoitre des sources, des rivières et même des lacs. La mer, si le foyer du tremblement de terre est dans ses environs, éprouve de fortes agitations qui submergent les vaisseaux qu'elle porte. Au reste le siège ordinaire de ces phénomènes n'est pas toujours dans le voisinage de la mer, mais toujours dans un pays montueux.

Les désastres produits par ces phénomènes sont immenses. Le tremblement de terre de 1746 détruisit Lima et Callao et bouleversa tout le Pérou. La mer fut tellement agitée qu'au port de Callao elle submergea 23 vaisseaux, se déborda jusqu'à plus d'une lieue où elle porta 4 autres vaisseaux qui y restèrent à sec. Celui de 1755, détruisit Lisbonne, se fit ressentir au même instant à l'isle de Ténériffe et aux autres Canaries, sur toute la côte septentrionale de l'Afrique, au travers de toute l'Europe jusqu'en Grönland, et de l'Europe jusqu'en Amérique. Celui de 1783, qui dévasta la Calabre et une partie de la Sicile, se fit sentir jusqu'à une distance de 500 milles géographiques. Celui de 1759, qui ravagea la Syrie, mit en ruines par la première secousse,

[redacted]

Antioche, Balbeck, Sayd, Acre, Füssa, Saphet, Nazareth et Tripolis et couta la vie à plus de 30000 habitans. Celui qui en 1797 dévasta le Pérou pour la seconde fois, étendit ses ravages sur une étendue de pays de 170 lieues dans la direction de Nord-Est au Sud-Ouest et de 140 lieues dans celle de l'Ouest à l'Est, quoique le volcan Tonguragua ait été en éruption complette. La terre créva et produisit d'immenses goufres; des montagnes furent fendues et vomirent des eaux bourbeuses et puantes qui inondèrent des vallées jusqu'à une hauteur de 600 pieds et dont la vase se durcit et arrêta le cours des rivières. La grande montagne Moya près de Pelliléo disparut et le lieu, où elle avoit été, vomit les mêmes eaux puantes qui détruisirent cette ville. L'histoire de l'antiquité et du moyen âge nous offre plusieurs tableaux semblables des désatres causés par les tremblemens de terre.

Mde. de L. Vraiment! La Nature n'est pas seulement bienfaisante; elle sait être terrible. Heureusement ses bienfaits se renouvellent chaque année, chaque jour, chaque minute et partout où des êtres vivants peuvent en jouïr, tandis que ses désastres sont rares et n'affectent que quelques contrées,

Le Comte C. Et semblent n'avoir lieu que pour nous rendre plus attentifs aux biens dont nous jouissons et nous rappeller notre dépendance du Créateur,

Mr. de P. L'on a débité bien des rèves sur la cause des tremblemens de terre. Dans le tems où l'Électricité jouoit le rôle principal, où l'on en faisoit un *deus ex machina* qui expliquoit tout ce qu'on ne pou-

voit expliquer, les tremblemens de terre étoient des phénomènes électriques, et la Physique a même vu naitre sur ce principe les paratremblemens, qui au reste n'ont été exécutés ni à Lisbonne, ni en Calabre, ni au Pérou. De la Métherie est le premier qui a fait sentir l'analogie entre les tremblemens de terre et les opérations volcaniques. A présent que nous avons une théorie des volcans aussi bien étayée, cette analogie est évidente. Il suffit de jetter un coup-d'oeil sur la feuille qui nous offre le mécanisme des volcans, pour être persuadé que les éruptions volcaniques ne doivent leur existence qu'à la circonstance fortuite qu'il part du fond de la caverne un canal qui monte jusqu'à la surface de la terre. Il peut exister peut-être dix cavernes et plus, qui n'ont point ce canal et qui parconséquent seront les foyers d'opérations volcaniques qui ne se font pas jour, c. à. d. les foyers des tremblemens de terre, Mais comme ces opérations produisent souvent des crévasses, la formation d'un volcan dépend du point où se trouvera cette crevasse dans l'intérieur de la caverne. Si elle est au fond, la lave s'y précipitera, en fondra les parois et changera la crevasse en un canal; si elle est à une plus grande hauteur, ce ne sera que de la fumée, des vapeurs etc. qui s'en échapperont, et elle se refermera lorsque l'action volcanique aura cessé.

Tout cela se trouve comme de soi-même, lorsqu'on est initié dans le mécanisme des volcans. Mais nous avons un autre problème, le plus difficile de tous, et je m'adresse à vous, mon cher capitaine, pour le résoudre, à vous qui trouvez la théorie des tremblemens de terre si aisée. Les secousses des tremblemens

[redacted]

de terre se font sentir à des distances énormes. Celui par ex: qui détruisit Lisbonne en 1755 se fit ressentir sur une étendue de plus de 1600 lieues en longueur et de 1000 lieues en largeur. Comment expliquerez-vous cet ébranlement d'une pareille massse, à qui nous devrions donner une épaisseur incalculable? car les vibrations des corps élastiques s'étendent sous toutes les dimensions et dans toutes les directions.

Le jeune de L. Si l'élasticité des vapeurs peut faire créver notre planete entière, elle pourra bien soulever un petit morceau de sa croute.

Mr. de P. Asurément; mais ce n'est pas la force que nous avons à trouver; c'est le moyen de transporter l'effet de cette force à ces grandes distances. Car si nous supposons l'élasticité de la vapeur haussée jusqu'à pouvoir mettre en convulsions un million et demi de lieues carrées de rochers, elle fera sauter la voûte qui couvre le foyer volcanique, comme si elle étoit de carton. Il y a mieux encore: Il se trouve sur ces grandes surfaces des points, des contrées entières, qui ne se ressentent point du tout de ces convulsions; ce qui a engagé Humboldt à présumer que certaines espèces de rocher ne sont pas capables de transmettre le choc volcanique, tandis que d'autres le font avec facilité; opinion qui n'a nulle vraisemblance et qui n'explique pas la propagation de ce choc à de si grandes distances. L'excellent Dolomien a cru pouvoir expliquer ces effets par des cavernes presque immenses, jointes par des canaux de communication, au moyen des quels la vapeur du foyer s'étend de caverne en caverne et y porte

[redacted]

bonté de la Providence, qui a basé notre sûreté sur les phénomènes des éruptions volcaniques qui, considérés comme isolés dans la suite des phénomènes naturels, ne réveillent que des idées de terreur, mais considérés rélativement aux tremblemens de terre, sont des bienfaits pour le genre humain.

Mr. de P. J'espère, madame, que vous ne serez pas fachée de terminer ici cette soirée, qui est la plus longue de toutes celles que nous avons eues.

[redacted]

Centième entretien.

Mde. *de L.* De quoi nous entretiendrez-vous aujourd'hui, monsieur de P.? Vos descriptions feront-elles autant de fracas que celles d'hier?

Mr. de P. Rien moins que cela, madame. Je suis moi-même fatigué de vous fatiguer de tant de bruit. Nous parlerons des sources, des rivières, des lacs, des marais, bref de l'eau qui se trouve à la surface des continents, objet qui vous intéressera, j'espère, sans vous étourdir.

Mr. de R. Au moins nous gagnerons au change en quittant les Cyclopes pour les Nayades.

Mr. de L. Quant à moi je préfère Vulcain et ses forges à ces fades demoiselles.

Mr. de P. Je suis charmé, messieurs, de la diversité de vos goûts. Cela assure le débit de ma marchandise, qui sans cela pourroit bien me rester.

Le Comte C. De quelque espèce qu'elle soit, moi je suis votre acheteur zélé.

Mr. de P. Si je faisois imprimer nos entretiens,

[redacted]

je n'oublierois certainement pas un compliment si flatteur. — Mais entrons en matière.

Des milliers de fleuves, grands et petits, charient depuis tant de siècles, nuit et jour, d'immenses masses d'eau à l'océan, sans que ce grand réservoir déborde jamais. D'où viennent ces masses d'eau et que deviennent-elles? C'est un problème que l'Antiquité s'est déja proposé et a résolu si complettement que depuis la Physique n'a eu que des expériences à faire pour consolider cette solution. Aristote attribuoit l'eau des sources et des rivières aux nuages et autres vapeurs exhalées par la mer et les continents, attirés par les montagnes. Vitruve, à qui nous devons la plupart de nos connoissances sur l'Architecture des Anciens trouve l'origine des sources et des rivières dans l'eau de pluie et de neige qui pénètre la terre jusqu'à ce qu'elle arrive à des lits de pierre ou de glaise qu'elle ne peut pénétrer et sur la surface des quels elle se glisse de tous côtés, se répand dans des crevasses qui l'ammènent enfin aux endroits où se trouvent les sources. Réunissons ces deux hypothèses et appliquons le nom de source non seulement à ces veines d'eau qui sortent des flancs ou du pied des rochers, mais aussi au nombre infini de celles qui percent le lit des fleuves et augmentent leur masse d'eau invisiblement, et nous tirerons de ces observations si simples et si vraies un des plus beaux théorèmes de la Physique de la Terre qui s'énonce de la manière suivante: *La masse d'eau qui se trouve à la surface de notre globe est toujours la même. Une partie de cette eau s'élève par l'évaporation, de tous les points de cette surface et à chaque instant, dans l'atmosphère,*

[redacted]

où, après s'être changée en pluie, en neige et en rosée, elle retombe à cette surface et fournit aux sources et et aux rivières cette éternelle abondance. C'est par cette circulation merveilleuse que la Nature produit les météores et nourrit les animaux et les plantes, qui tous ne peuvent vivre sans eau.

Mr. de R. Ce théorème est un trait de lumière sublime qui met l'intelligence et la bonté du Créateur dans le plus beau jour.

Mr. de P. Je ne vous parlerai pas de plusieurs hypothèses absurdes que Descartes et d'autres vouloient substituer à ce mécanisme si simple et si grand découvert par les Anciens, tels que d'énormes alembics ou des tuyaux capillaires qui devoient distiller ou filtrer l'eau de la mer et la faire monter au travers des montagnes jusqu'à des hauteurs de mille toises pour former les sources.

Le jeune de L. Le sel, que l'eau de mer eut déposé par ces distillations, eut bientôt comblé ces alembics; et combien de volcans, grands ou petits, n'eut-il pas fallu pour chauffer toutes ces chaudières?

Le Comte C. Et quand les sources eussent-elles coulé par le moyen des tubes capillaires, la Physique ayant démontré que la capillarité ne produit jamais d'écoulement? Et en outre les tubes capillaires ne peuvent pas dessaler l'eau.

Mr. de P. Occupons nous en revanche des phénomènes qui livrent une base solide à notre théorème. Le fait observé par Aristote, que les montagnes attirent les nuées, est avéré et doit d'abord fixer notre at-

[redacted]

tention. Est-ce une vraie attraction, comme par ex: la gravitation; ou bien doit-on expliquer d'une d'autre manière cette approche des nuages vers les montagnes?

Mr. de V. Comme les nuages sont suspendus dans l'air et n'exercent par là aucune pesanteur, il me semble que la gravitation des montagnes pourroit les attirer en direction horizontale, puisqu'elle est assez forte pour faire dévier le pendule de la verticale.

Le Comte C. Je crois que cette attraction ne pouroit pas s'exercer sur les nuages seuls, mais devroit s'étendre à tout ce qui constitue l'atmosphère des environs.

Mr. de P. Vous avez, messieurs, tous deux raison; mais, ne vous déplaise, ce n'est qu'en apparence. Le résultat de cette gravitation des montagnes doit causer une foible condensation de l'air à leur surface, qui augmentera vers le bas en proportion de l'épaisseur de la montagne, et non une marche des couches éloignées de l'atmosphère vers la montagne.

L'Hygrométrie révendique ce phénomène, comme lui appartenant à juste titre. Les plantes, les masses de rocher, la neige même, toujours un peu plus froide que l'atmosphère ambiant, condensent les vapeurs contenues dans l'air; et cet air moins chargé de vapeurs est un peu plus pesant (vous vous en souvenez) et doit parconséquent produire un foible courant, le long de la montagne, qui ammène les couches éloignées de l'air et les nuages qu'elles portent. J'ai eu l'occassion d'observer l'effet de cette action hygrométrique sur l'Ochsenkopf, le sommet le plus élevé du Fichtelberg en

[redacted]

Franconie. Ce sommet est composé de grosses roches, débris de granit disposés chaotiquement les uns sur les autres et couverts d'une mousse touffue, à l'exception du dernier bloc qui, couché horizontalement sur les autres, n'a que quelques lichens. Cette mousse est, en été et par un tems sec, toute imprégnée d'eau, de jour comme de nuit, et l'on n'arrive à ce sommet qu'avec les pieds, les jambes et même les cuisses mouillées. A 18 pieds au dessous de ce cartier le plus élevé se trouve une petite grotte pleine d'eau, qui a un écoulement intérieur dont on entend le murmure; ce qui est très probablement la source du Mein, qui découle du pied de cette montagne. Or cette source est plus élevée que tous les autres points du Fichtelberg et ne peut recevoir son eau que des mousses et des rochers qui la couvrent, et dont l'étendue ne paroit pas même proportionnée à ce rassemblement d'eau, tant l'action hygrométrique des mousses est considérable.

Quant aux eaux de pluie et de neige qui alimentent les sources et les fleuves, qui pourroit en douter? Et si l'on vouloit élever quelques doutes, il suffiroit d'observer que l'abondance de l'eau dans les fleuves croit et décroit avec celle de ces phénomènes atmosphériques, à la vérité pas tout-à-fait en même tems, l'abondance de l'eau des fleuves ne paroissant que quelque tems après l'abondance des pluies ou la fonte des neiges, par ce que l'eau, que la surface de la terre reçoit dans le domaine du fleuve, a besoin d'un certain tems pour arriver au lit de ce fleuve. Les inondations des fleuves dans les pays plats n'ont lieu qu'au commencement de l'hyver après les pluies de l'automne; et dans les pays

[redacted]

couverts de hautes montagnes, au milieu de l'été; lorsque la saison chaude a fondu une grande partie des neiges dont les montagnes se sont couvertes pendant l'hyver de ces climats élevés.

La Physique prouve enfin notre théorème par des observations qui offrent en nombres l'égalité des quantités des eaux qui s'écoulent par les fleuves et de celles qui servent à entretenir leur cours, égalité, qui, si elle n'est ni parfaite ni rigoureuse, vû la difficulté d'obtenir de justes données, offre cependant une approximation qui doit nous suffire. Les plus générales et les plus satisfaisantes sont celles de Dalton, faites pour toute la surface de l'Angleterre, non comprises l'Ecosse et l'Irlande. Ce célèbre Physicien, joignant les observations de plusieurs de ses compatriotes aux siennes, nous a livré à peu près le tableau suivant.

La Tamise fournit à la mer annuellement 166624'128000 pieds cubes d'eau. Les autres fleuves de l'Angleterre à peuprès 8 fois autant, ce qui fait pour tous ces fleuves environ . . . . 1"500000 000000
L'évaporation sur toute cette surface
se monte à . . . . 2"872000'000000

Ainsi la dépense entière d'eau est égale à 4"372000 000000

La recette est composée des eaux de pluie et de neige qui tombent visiblement sur la même surface et de la rosée qui se précipite invisiblement sur les montagnes et dans les plaines. L'eau du pluie et de neige se mesure par la hauteur d'une couche d'eau qui, accumulée pendant tout le tems d'une année, couvriroit toute l'Angleterre, si elle n'étoit pas enlevée par les

[redacted]

fleuves et l'évaporation. La hauteur de cette couche se trouve être en nombre moyen égale à $31\frac{4}{10}$ pouces anglois, ce qui fait pour toute l'Angleterre une masse d'eau de 5'515835'000000 pieds cubes. La rosée ne peut pas être évaluée à part; mais si nous soustrayons cette recette de la dépense trouvée, le reste sera égal à 855165'000000 pieds cubes que l'on doit mettre sur le compte de la recette invisible causée par les rosées, qui sont très copieuses, à raison de la grande quantité de brouillards qui règnent en Angleterre. Ce produit fait une couche d'environ $6\frac{3}{4}$ pouces de hauteur; et si on le trouve un peu fort, il faut considérer que les données du calcul ne peuvent pas être tout-à-fait exactes, et qu'en supposant que si le produit de la rosée n'étoit que la moitié de ce que nous admettons (ce qui est assurément au dessous de la vérité) le calcul rendroit compte de toute la circulation de l'eau à $\frac{1}{10}$ près.

Mr. de T. Ces considérations sont assurément bien intéressantes. Mais je désirerois connoitre les instruments qui servent à ces observations.

Mr. de P. Il y en a trois. L'un est l'Ombromètre, qui sert à mesurer la quantité de pluie qui tombe dans le lieu de l'observation, le second sert à mesurer la quantité de l'évaporation, le troisième à trouver la vitesse des fleuves.

L'*Ombromètre* est composé d'un réservoir de fer-blanc, carré, d'un pied de largeur et de longueur et de 6 pouces de hauteur. Son fond est un peu évasé au milieu pour conduire toute l'eau qui tombe dans le ré-

[redacted]

servoir à un petit trou qui communique à un tuyau de verre d'environ 2 pouces de diamètre et long de deux pieds, muni à son orifice inférieur d'un robinet ordinairement fermé. L'eau de pluie, qui tombe dans le réservoir, se rassemble dans le tuyau où l'on observe, de tems en tems sa quantité. Pour réduire cette quantité à une couche d'eau de la surface d'un pied carré, le tuyau est partagé en espaces égaux qui contiennent chacun 1 pouce cube. Un de ces espaces aura environ $\frac{1}{5}$ de pouce de hauteur, et ce pouce cube d'eau correspondra à une couche d'eau du réservoir de $\frac{1}{144}$ pouce ou de $\frac{1}{12}$ ligne de hauteur. Or comme cet espace de $\frac{1}{5}$ pouce peut être encore partagé très facilement en 5 parties égales, il est clair qu'une de ces petites divisions correspondra à $\frac{1}{60}$ de ligne d'une couche d'eau de pluie tombée dans le réservoir.

Mde. de L. Fort bien pour la pluie. Mais que faites-vous de la neige?

Mr. de P. Quand elle a cessé de tomber on la fond.

L'instrument anonyme, inventé par Dalton pour mesurer l'évaporation de la surface de la terre, est un vase à qui l'on peut donner les mêmes dimensions qu'à l'ombromètre, et 3 pieds de hauteur. Il a un robinet près de son fond, qui reste toujours ouvert. On y met d'abord une couche de petits cailloux, puis une de gros gravier, et le reste se remplit de terre. L'instrument, ainsi préparé, se place dans la terre (de sorte que sa surface soit à fleur de terre) et une phiole sous le robinet. Trois de ses côtés touchent la terre immédiate-

[redacted]

ment et le quatrième seul est libre pour qu'on puisse arriver à la bouteille. Pour opérer avec cet instrument on commence par l'arroser si copieusement que l'eau découle par le robinet; on la laisse couler jusqu'à la dernière goutte et alors on vide la bouteille qu'on remet ensuite à sa place, où elle reçoit toute l'eau de pluie qui tombe sur la surface de l'instrument et qui ne s'évapore pas. On mesure de tems en tems cette eau et en tient compte de la manière suivante: L'ombromètre placé à côté indique au bout de l'année combien il est tombé d'eau de pluie; supposons que cette quantité soit de 32 pouces, et que l'eau qui a découlé dans la bouteille pendant l'année soit de 9 pouces, il est clair que le reste de l'eau de pluie est ce qui s'est évaporé. Ainsi l'évaporation sera dans ce cas égale à 23 pouces.

Enfin l'on a plusieurs instrumens pour mesurer la vitesse d'un fleuve. Le plus simple et le plus expéditif a été inventé par le Docteur anglois Hutton. C'est un gros bâton cylindrique de bois, lesté à sa partie inférieure de manière à ce qu'il s'enfonce dans l'eau presque tout entier et qu'il ne surnage que d'un ou deux pouces. Ce bâton, placé dans une eau tranquille, prendra la position verticale; mais placé dans un fleuve, il s'inclinera dans le sens du courant, par ce que la vitesse d'un fleuve est à sa surface plus grande que vers le fond. Si donc l'instrument a pour longueur la profondeur du fleuve, il marchera avec lui et sa vitesse sera la moyenne de toutes les couches du fleuve. Cette vitesse se trouve en mesurant une longueur donnée sur les bords et en observant le tems qu'il lui faut pour faire ce chemin.

[redacted]

Mr. de T. Mais la vitesse du fleuve n'est pas la même sur tous les points de sa largeur; elle est plus rapide vers le milieu et moins vers les bords.

Mr. de P. Assurément; aussi répète-t-on l'expérience à différents points de cette largeur après en avoir mesuré la profondeur pour donner au bâton la longueur requise. Ces mesures donnant la coupe du fleuve et notre instrument les vitesses à divers points de cette coupe, vous voyez qu'on peut calculer la quantité d'eau qui s'écoule dans un tems donné.

Mr. de L. J'avoue que toutes ces mesures ne me paroissent guères susceptibles d'une grande exactitude.

Mr. de P. J'en conviens. Mais il vaut mieux n'avoir que des approximations que rien du tout; et ces objets sont de ceux dont l'Auteur de la Nature s'est réservé à lui seul le calcul exact, apparemment pour nous rappeller que nous sommes bien loin de pouvoir tout calculer.

Mais quittons ce beau théorème de la circulation de l'eau sur notre planète pour des considérations particulières sur les sources. J'ai déja eu l'honneur de vous dire que la fécondité des sources varie selon l'abondance des pluies et la quantité des neiges fondantes. Mais il existe en outre des sources qui ont des intermittences formelles, des *fontaines intermittentes*, jeux de la Nature qu'on ne voit jamais qu'avec une surprise agréable. Telle est la source nommée Bullerborn en Westphalie qui, en été, coule et cesse de couler alternativement de 6 en 6 heures. Celle de Fontestorbe coule pendant $36\frac{1}{2}$ minutes et s'arête pendant $32\frac{1}{2}$ minutes, en hyver comme en été.

[redacted]

L'Engelbrunn dans le canton de Berne coule en été de quatre heures après midi jusqu'à huit heures du matin et est à sec pendant le reste des 24 heures. La source de Fonsanche près de Nismes coule pendant 7 heures et disparoit pendant 5 heures, et ce période retarde chaque jour d'environ 50 minutes. Ces sources intermittentes et beaucoup d'autres se trouvent dans les montagnes, et l'on explique facilement leur jeu en supposant un réservoir intérieur qui communique avec le point où la source paroit par une fente dans le rocher, courbée en forme de syphon, dont l'orifice intérieur plonge dans l'eau du réservoir et l'autre sort de terre à un point plus bas, la courbure se trouvant à son point le plus élevé au dessus du niveau de l'eau. Dès que le réservoir s'est rempli par une source intérieure jusqu'à la hauteur de ce point, alors le syphon fait son effet, l'eau s'écoule jusqu'à ce que son orifice intérieur se trouve dépourvu d'eau, et cesse de fournir l'écoulement jusqu'à ce que le réservoir se soit rempli de nouveau jusqu'à la hauteur primitive. Au reste il ne faut pas s'imaginer que ces syphons naturels soient aussi courbés que nos petits syphons de verre; leur courbure peut avoir plusieurs cent toises de longueur et seulement quelques pieds ou pouces de hauteur.

Mr. de V. Cette remarque donne à l'explication quelque chose de naturel, que je n'y trouvois pas auparavant; et je conçois que les intermittences doivent varier d'une source à l'autre presque à l'infini, selon la grandeur des réservoirs, la plus ou moins grande courbure du syphon et l'abondance de la source intérieure.

[redacted]

Mr. de P. La *température des sources* nous offre de plus dignes objets de nos recherches. Celle des sources ordinaires est toujours différente de celle de l'atmosphère, en été moins chaude, en hyver moins froide, excepté dans les pays chauds où elle est toujours moins chaude. Elle est presque constante pendant toute l'année, comme celle des lieux souterrains, tels que des caves, des grottes sèches et des mines. Cependant elle varie d'un lieu à un autre et nous devons à Swanenberg l'observation que cette température se règle sur le climat du pays. Cet excellent Naturaliste suédois a même proposé de fixer le climat d'une contrée par la température de ses sources. Que pensez-vous, messieurs, de cette idée?

Mr. de G. Si la température des sources est la même que celle de l'atmosphère du lieu, il me paroit évident que chaque source reçoit cette température de l'atmosphère, la température souterraine à quelque profondeur étant la même sous tous les climats, sous la Ligne comme au Nord de l'Europe; et alors je crois qu'il est inutile de chercher dans les sources ce que nous trouvons dans l'air avec plus de sûreté.

Le Comte C. Si les sources, comme nous ne pouvons en douter, proviennent de l'eau que l'atmosphère fournit et si cette eau ne pénètre pas à une grande profondeur avant d'arriver à la source, ce qui est vraisemblablement le cas le plus fréquent, la source doit participer à la température du climat, les masses extérieures de terres et de rochers y participant. Au reste il me semble que la chose ne sera bien décidée que

[redacted]

lorsque nous aurons un grand nombre d'observations sur la température des sources et le climat de pays situés sous des latitudes très différentes.

Mr. de P. Nous en avons, nommément en Livonie, dont le climat ne diffère que peu de celui de la Suède, et ces observations, dues au Naturaliste très estimé Löwis, ne parlent pas en faveur de l'opinion de Swanenberg. Vous sentez d'ailleurs que des circonstances particulières peuvent influer sur la température des sources, telles que la plus ou moins grande profondeur à la quelle l'eau parvient sous terre avant de paroitre au jour, l'évaporation qui peut avoir lieu dans des cavernes que ces sources traversent peut-être, etc.

On a un grand nombre de sources dont la température est au dessus de celles de l'atmosphère et qu'on nomme *sources chaudes.* Nous ne pouvons attribuer cette haute température, qui va dans quelques sources jusqu'à celle de l'eau bouillante, qu'à un procès chimique qu'elles subissent ou occasionnent dans l'intérieur de la terre; et comme ces eaux contiennent la plûpart du gaz hydrogène sulfuré, on doit attribuer ce procès chimique à une décomposition mutuelle de l'eau et d'un lit de sulfure que la source rencontre dans sa route.

Le jeune de L. Ainsi c'est un procès volcanique.

Mr. de P. Pas précisément, puisqu'il ne produit ni éruptions ni tremblemens de terre, et puisque le siège de ce procès est sûrement à une petite profondeur. Mais tous deux ont certainement la même origine. Au reste nous avons des sources, dont l'origine est décidé-

ment volcanique, et dont nous parlerons dans la Géologie.

L'eau des sources, quelque claire qu'elle soit, n'est jamais pure; elle contient toujours quelques sels, principalement du carbonate de chaux, qu'on précipite facilement en faisant bouillir l'eau; ce qui se fait chaque jour, contre notre gré, dans les bouilloires et dans les chaudières. Ce carbonate est dissout dans l'acide carbonique, qu'une température élevée (souvent même la température ordinaire) en sépare et produit ce précipité. Il est difficile d'assigner l'origine de cette portion d'acide carbonique, à moins que nous n'admettions qu'elle est la même que pour la stalactite. Après avoir consulté l'opinion d'autres Naturalistes et forgé moi-même d'autres hypothèses, je crois devoir m'en tenir à celle-là comme à la plus simple et la plus naturelle pour les sources froides. Ainsi l'eau de ces sources est une eau de stalactite qui ne s'est pas évaporée dans une caverne, mais qui arrive à l'air sur le chemin que les fentes des rochers lui assignent. Cette précipitation du carbonate de chaux produit les jolies incrustations de Carlsbad sur toute sorte d'objets qu'on plonge dans la source. L'eau des cascadelles de Tivoli fait par l'évaporation précipitée (produite par la dissémination de l'eau en gouttes et en brouillard) des incrustations de bas reliefs qu'on place près de la chûte d'eau, incrustations qui livrent des moules parfaits de ces bas reliefs. On assure qu'à 9 milles de Guamanya, au Pérou, il y a une fontaine dont l'eau contient tant de parties terreuses en solution que l'on s'en sert pour faire des bustes et même des pierres de taille. Si fabula vera!

[redacted]

D'autres sources contiennent encore d'autres sels, tels que le sel marin, du carbonate et du muriate de soude, des oxides carbonatés etc. Quant à celles qui ne contiennent que des sels solubles dans l'eau pure ou imprégnée d'acide carbonique, il faut supposer que ces sources coulent sur des lits de ces substances, chose très connue au reste quant au sel marin, les eaux de nos salines n'ayant pas une autre origine. Quant à celles qui contiennent des sulfates, on peut aussi admettre qu'elles s'imprègnent de ces sels par l'opération demi-volcanique dont nous avons parlé; et si elles ne contiennent pas d'hydrogène sulfuré, ni une température élevée, on peut supposer qu'elles ont perdu l'un et l'autre en route.

Le Comte C. Nous voilà, tout-à-coup et sans y penser, arrivés au chapitre des eaux minérales . . . .

Mr. de P. Que je ne traiterai pas plus longuement, n'ayant nulle envie de vous endormir tous par les détails des analyses de ces eaux, travaux très précieux des Chimistes, et de règle au moins aussi profitables aux possesseurs de pareilles sources et aux aubergistes qui s'y établissent, qu'aux malades qui y pélériment.

Mr. de R. Vous n'êtes pas ami des sources minérales.

Mr. de G. Avant de condamner monsieur de P. là-dessus, il faudroit examiner si quelques maladies, souvent feintes, et guéries à demi par ces eaux, peuvent servir de compensation à la ruine et à la démoralisation d'une foule de jeunes gens des deux sexes par ces lieux funestes, où l'on joue, coquète et corrompt plus qu'on ne baigne, boit ou promène.

[redacted]

Les inondations des fleuves sont un phénomène important par ses effets tantôt désastreux, tantôt bienfaisans. Qui n'a pas ouï parler d'un côté de leurs dévastations et de l'autre de la fertilité que le Nil produit dans la basse Egypte? Mais ce n'est pas le Nil seul qui peut se glorifier de cette bienfaisance que répandent tous les fleuves qui ont un long cours, un grand domaine, de hautes montagnes pour origine et un pays très plat où ils terminent leur cours. De ce nombre sont par ex: le Sénégal, le Niger et le Zaïr, en Afrique; l'Euphrate, l'Indus, le Pégu, le Ménam et l'Amur, en Asie; L'Orinoco, le La Plata, et le fleuve des Amazones en Amérique.

Les inondations des fleuves produisent des changemens assez marqués dans leurs environs. Elles augmentent la rapidité des eaux qui enlèvent dans les pays élevés de leur domaine des terres qu'elles charient dans le bas-pays et même jusqu'à la mer, où quelques fois elles s'amassent et gagnent quelque terrain sur l'Océan. Le plus souvent elles enlèvent cette terre d'un côté et la jettent de l'autre un peu plus bas. Ces phénomènes ont servi d'explication pour les sinuosités du cours des fleuves, et l'on a cru longtems que les fleuves s'étoient creusés eux-mêmes non seulement leurs lits, mais aussi les vallées dans les quelles ils coulent *). Mais c'est bien là de grands événements par de petites causes. Quoi? C'est le fleuve des Amazones qui aura creusé la vallée immense entre ses deux Cordillères? Le Rhin qui aura

*) Les ouvrages les plus récents sont encore imbus de cette erreur.

[redacted]

forcé les rochers de Bingen? La petite rivière James en Virginie aura percé le roc au travers du quel elle coule sous un pont naturel, élevé de 270 pieds au dessus d'elle, large de 40 à 60 pieds et joignant les deux sommets de la montagne sur une distance de 90 pieds?

Le Comte C. J'ai vu une semblable percée de montagne dans la vallée de Muggendorf, de 35 pieds de largeur sur 80 de hauteur, et point de fleuve, ruisseau ou source qui passe sous ce pont naturel.

Mr. de P. Il est facile de prouver que la perte du Rhône, phénomène que Saussure attribue à l'action lente du fleuve, est l'effet d'une explosion locale souterraine. Ces grands effets ont une toute autre cause, que je vous indiquerai dans la Géologie; et nous devons admettre que les fleuves ont trouvé les vallées et les déchirures dans les montagnes, toutes faites et qu'ils y ont établi leur lit et fixé leur domaine préparé d'avance.

Les *lacs* ont la même origine que les fleuves. Une vallée, située entre des montagnes, reçoit l'eau qui en découle et se remplit jusqu'à ce que l'évaporation produise une dépense égale à la recette. Si les montagnes sont ouvertes d'un côté et si l'eau du lac s'élève jusques un peu au dessus de la hauteur du plus bas point de cette ouverture, alors le surplus s'écoule et forme un fleuve qui traverse la vallée suivante. Si l'enceinte des montagnes a une seconde ouverture du côté opposé, qui ammène un fleuve de ce côté là dans le lac, alors ces deux fleuves n'en forment qu'un seul. Tels sont par ex: le lac de Constance qui reçoit le Rhin et l'émet, le lac de Genève qui reçoit le Rhône et l'émet de même. Le fleuve émis est toujours plus grand que le fleuve re-

çu, et l'on en a conclu que les lacs aggrandissent les fleuves; ce qui est évidemment une erreur.

Mde. de L. Je ne vois pas pourquoi. Car, si le fleuve émis a, à sa sortie du lac, plus d'eau qu'à son entrée, c'est qu'il l'a recue du lac.

Mr. de P. Fort juste, madame. Mais le lac lui-même n'est qu'un renflement du fleuve dans le domaine du quel il se trouve, et toute l'eau, qu'il reçoit, arriveroit au fleuve, si le bas fond où le lac s'est établi n'existoit pas. Je dis même plus; je prétends que le lac rappétisse le fleuve par l'évaporation que cette grande surface occasionne. Prenons le lac de Genève pour exemple. Sa surface est d'environ 146'000000 toises carrées; et comme la surface d'une nappe d'eau a une évaporation plus considérable que la même surface de terre, il est clair que ce surplus est un déchet pour le fleuve. Ce surplus d'évaporation va, d'après les observations des Physiciens anglois Dalton et Dobson, à plus de 11½ pouces de hauteur par année; ce qui fait pour le lac de Genève une masse de 5000'000000 de pieds cubes d'eau que le Rhône perd. La petite rivière Narowa en Esthonie traverse le grand lac de Peipus, dont la surface doit être évaluée à environ 11730'00000 toises carrées. La perte d'eau se monte donc ici à plus de 40800'000000 de pieds cubes; ce qui fait ¼ de toute l'eau de la Tamise. Ainsi cette petite rivière, qui ne roule pas la huitième partie des eaux de ce grand fleuve, seroit trois fois plus grande qu'elle n'est, si elle recevoit l'eau que dissipe le Peipus et qui lui appartient de droit.

Mr. de R. Ainsi les lacs sont proprement des vam-

pyres qui suçent le sang des fleuves. Cependant ces vampyres sont d'une grande beauté et donnent beaucoup d'attraits aux paysages. Quoi de plus charmant que le lac de Genève vu de la pente du Jura au dessus de Nion? Sa surface, unie comme un miroir, offre un contraste ravissant avec les masses alpines, entassées en amphithéatre du côté de la Savoye.

Mr. de P. Que ferez-vous de ces lacs immenses qui engloutissent plusieurs fleuves sans en fournir d'autres? Telle est la mer caspienne, qui reçoit sans rien donner les grands fleuves Wolga, Kuma, Terek, Kur, Ural, Emba et plusieurs autres moins considérables. Cette masse d'eau, qui devroit combler la plaine de ce lac et inonder les pays voisins, a fait imaginer une communication souterraine entre la mer caspienne et l'océan, fable qui doit cesser depuis que le nivellement de la ligne du Caucase a prouvé que la surface de ce lac est de 52 toises plus basse que celle de la mer noire et parconséquent de l'océan, et que c'est à l'évaporation qu'on doit la perte de toutes ces eaux, qui, si elles se réunissoient dans un seul lit, produiroient un fleuve qui surpasseroit peut-être les plus grands fleuves de l'Afrique et de l'Amérique.

On trouve des lacs partout, entre les plus hautes montagnes, dans les plaines et même sous terre. Le Nord en offre davantage que les pays chauds, mais non pas, comme on l'a dit, à cause de la pente plus roide des montagnes. Le climat et le sol expliquent ce phénomène. La température moyenne très basse des pays du Nord diminue l'évaporation et augmente la quantité des pluies et des neiges, et l'air par là toujours humide

[redacted]

a rétabli la voie appienne et construit un canal qui fait peu d'effet. Au retour de son exil en France il a préféré le rétablissement des Jésuites à la continuation et au perfectionnement de ces travaux.

Mr. de L. Qui cette gangrène inoculée de nouveau à l'Europe...

Mr. de P. Non, Général, vous ne parlerez pas des Jésuites avant la fin de notre entretien; car nous voulons terminer aujourd'hui le chapitre des marais. Je ne veux auparavant qu'observer à notre éloquent ami de G. que les Romains d'aujourd'hui trouvent ces marais charmants, en ce qu'ils nourrissent des milliers de boeufs qu'on sale et fume pour les pays étrangers. Que pensez-vous de cette justification?

Mr. de G. Que sa bassesse peut seule la soustraire au reproche de bêtise. Vaudroit autant nourrir ces boeufs avec de la chair humaine.

Mde. de L. Vous êtes bien méchant aujourd'hui, mon cher de G.

Mr. de P. Parlons donc de la tourbe qui n'excitera pas son zèle dévorant. Elle est composée de plantes marécageuses de différents genres, herbes, graminées, mousses, conferves et lentilles, décomposées par un procès particulier différent de la putréfaction à l'air. Le produit de cette décomposition est, outre l'acide carbonique, la production du tannin (qui se dissout dans l'eau et cette eau particulièrement propre au tannage) et substance inflammable, qui est de la pétréole ou qui lui ressemble beaucoup. Cette espèce de déposition doit ses propriétés particulières à ce que

[redacted]

ces végétaux se trouvent sous l'eau, à travers la quelle l'oxigène de l'atmosphère ne pénètre que chichement. Il est difficile de se rendre raison des différentes parties de ce procès; mais on ne peut guères se dispenser d'y voir une analogie avec la fermentation vineuse, qui, outre l'acide carbonique, produit de l'acide acétique et une substance inflammable (l'esprit de vin).

Les différents degrés de perfection dans cette décomposition des plantes marécageuses constituent différentes espèces de tourbe. La moins parfaite, légère et peu compacte, offre encore les contours des parties des plantes et une grande partie de leur structure naturelle; tandis que dans la milleure tourbe, qui est bien plus dense, l'on n'aperçoit plus rien de tout cela, mais seulement une espèce de terreau imprégné de pétréole.

C'est la Nature qui fait la tourbe; mais l'art la seconde aussi dans cette opération. Dans le Duché de Brême on creuse dans le marais des fosses de 6 pieds de profondeur qui se remplissent d'eau. La première et la seconde année il ne se forme que des conferves et des lentilles; la troisième et la quatrième année il croit sur ce sol flottant déja plusieurs herbes. Alors on enfonce cette masse pour laisser naitre un second sol flottant qu'on enfonce de même après quatre ans. Au bout de 30 ans la fosse est pleine de tourbe, qui au reste n'est pas de la meilleure espèce. Il n'est pas rare que dans les marais où l'eau couvre le fond à la profondeur de quelques toises, il s'élève une couche considérable de tourbe qui forme une isle flottante, sur la quelle il croit au bout de quelques années toute sorte d'herbes sur une prairie humide. Alors les habitans des

[redacted]

environs les ammènent à bord, y conduisent leur bétail et les abandonnent en suite au vent qui les promène, ainsi peuplées de bétail, sur la surface de l'eau. D'autres portent même des habitations humaines; mais alors on les arête près des bords par des pieux.

Mde. de L. Je ne comprends pas comment ces isles flottantes peuvent s'élever du fond, se tenir à la surface de l'eau et porter en sus du bétail et même des maisons.

Mr. de P. J'ai dit tout à-l'heure que la fermentation, qui livre la tourbe, produit, outre le tannin et la pétréole, de l'acide carbonique, peut-être aussi d'autres gaz, qui restent engagés dans la texture de la tourbe et s'y renouvellent continuellement jusqu'à ce que sa pesanteur spécifique soit moindre que celle de l'eau; ce qui n'est pas difficile, la tourbe sèche étant plus légère que l'eau et ne plongeant que lorsqu'elles en est pénétré.

J'espère, madame, que vous serez très satisfaite de voir notre entretien terminé, le dernier objet dont nous avons parlé ayant si peu d'attraits.

Mde. de L. Je n'en disconviens pas; mais la Nature mérite notre attention pour tous ses ouvrages.

[redacted]

CENT UNIÈME ENTRETIEN.

Mr. *de P.* Nous parlerons aujourd'hui de l'OCÉAN, de cette vaste et profonde nappe d'eau dont la Nature a entouré les continents comme pour servir de barrière entre les pays et les peuples, mais dont la Navigation a fait la grande route de notre globe.

Mr. de G. L'amour, dit Gesner dans son premier navigateur, a inventé le premier bâteau. Mais depuis c'est l'intérêt, la guerre, la cruauté, qui se sont emparés de l'océan pour unir les peuples par une chaine de crimes, de vices et de malheurs.

Mr. de R. Moi, j'espère que la civilisation réparera ces maux, en portant sur tous les points de la terre habitée nos connoissances et notre sainte Religion.

Mr. de P. Quoiqu'il en soit de ces maux passés et de ces biens que nous espérons, il est clair que la mer a tout autant de droit à nos méditations que la terre-ferme, soit par son influence sur l'homme, si fortement prononcée, soit par les phénomènes physique qu'elle nous offre. Le Moraliste la considère comm.

[redacted]

à $\frac{1}{5}$ de son volume naturel, il est clair que son élasticité est égale à 5 fois la pression de l'air ou à 5 fois une colonne d'eau de mer d'environ $30\frac{1}{2}$ pieds de hauteur. Ainsi la profondeur mesurée par cette observation seroit $152\frac{1}{2}$ pieds.

Mr. de R. Mais comment observe-t-on la limite de cette pression de l'air?

Mr. de P. Par la couche d'huile qui reste attachée à la surface intérieure du tube. Mais ce tube, s'il étoit cylindrique, devroit avoir une longueur démesurée de plus de trente pieds pour rendre sensible le volume de l'air comprimée par une colonne d'eau de trois ou quatre lieues de hauteur. Au lieu de cela prenons un tube conique, de trois pieds de longueur, d'une ligne de diamètre au petit bout qui est fermé, et d'un pouce de diamètre au gros bout; et afin que l'huile ne puisse pas s'écouler hors de ce cône, nous en rétrécirons l'ouverture inférieure, comme vous voyez par la figure (Fig. 69) que je dessine. a est l'ouverture rétrécie, A l'huile qu'on a introduite. Ce cône contiendra environ 20000 lignes cylindriques ou 20000 parties égales à la plus étroite partie du tube d'une ligne de hauteur. Or comme une profondeur de 10000 toises ou de 60000 pieds correspond à environ 2000 fois la colonne d'eau qui fait équilibre à la pression de l'atmosphère, il est clair que l'air comprimé à cette profondeur occupera un volume de quelques lignes de hauteur dans le bout étroit du cône.

Mr. de G. Mais je ne vois pas encore comment employer cet instrument sans une corde de 10000 toises de longueur.

Mr. de P. Les inventeurs attachent au bout supérieur du tube une boule creuse qui fait nager l'instrument et à son bout inférieur un poids qui fait plonger l'instrument et la boule creuse, et une mécanique qui détache le poids, dès qu'il arrive au fond de la mer; de sorte qu'alors l'instrument, porté par la boule creuse, remonte à la surface de l'eau.

Mr. de L. Cette idée est ingénieuse. Mais si le vent fait marcher le vaisseau, où retrouvera-t-on l'instrument?

Mr. de P. Aussi cette expérience doit-elle avoir lieu pendant un calme parfait. Le difficulté est bien plus grande pour des courants qui ont lieu non seulement à la surface de la mer, mais aussi à de grandes profondeurs et en sens contraire. Dans ce dernier cas il faut envoyer une chalouppe à rame en sens contraire du courant supérieur et la faire aller avec la vitesse de ce courant, de sorte que proprement elle reste en place, par ce que le double courant rammènera l'instrument à peu près au point d'où il étoit parti.

La mer réflêchit à l'oeil *diverses couleurs* selon les circonstances. Sa surface paroit bleue et cette teinte augmente avec l'éloignement, en sorte qu'au bord de l'horison elle paroit presque noire. Cela a lieu lorsque le soleil est dernière le spectateur; mais s'il est de l'autre côté, alors il se forme par les ondes, qui rident la surface, un trait de lumière ébloüissante et le reste de la surface réflêchit la couleur du ciel. Lorsqu'un vent orageux élève les vagues contre la proue d'un vaisseau, alors l'eau offre une superbe couleur transparente d'é-

[redacted]

meraude, ornée d'une mousse du plus beau blanc qui monte et descend avec chaque vague. La mer paroit prendre dans les endroits de peu de profondeur la couleur de son lit. Près de Veracrux elle paroit blanche à cause des bancs de roche calcaire blanche; près des Maldives elle a l'air d'être noire à cause des couches de charbon de terre. La mer rouge a son nom d'une infinité de madrépores, qui couvrent son fond près du rivage sur une distance de 136 lieues; les madrépores ont différentes couleurs, mais c'est le rouge qui domine. La mer noire n'a aucune couleur particulière; son nom lui vient, selon Tournefort, d'une ancienne peuplade qui habitoit ses bords, les Karakiptschack; ce qui signifie pâtres noirs. Ils en ont été expulsés et habitent à présent la côte Nord-Ouest du lac Aral.

Mde. de L. Mais quelle est la vraie couleur de l'eau de mer?

Mr. de P. Je n'en sais rien, madame.

Mde. de L. Cette réponse est laconique.

Mr. de P. Et la seule vraie que je puisse avoir l'honneur de vous donner. Car le bleu foncé qu'elle offre à son horizon peut provenir du bleu de l'atmosphère, qui teint, comme vous savez, tous les objets éloignés, et le verd d'émeraude de ses flots irités peut être un jeu d'Optique comme les couleurs des nuages et des montagnes de neige.

Faisons, madame, un voyage nocturne sur mer dans différents parages, et nous serions bien malheureux, si nous ne rencontrions pas le phénomène aussi surprenant qu'agréable de *la lueur de la mer*.

Mde. de L. Quoi? La mer luit? d'elle-même?

Mr. de P. Oui, madame. Nous sommes à présent entre les tropiques pendant un tems calme, entourés de cette lueur phosphorique qui s'étend à perte de vue, et le sillage de notre vaisseau augmente cette lueur. Passons tout d'un coup à la côte méridionale de la Suède et observons dans l'Archipel nommé les Scheeren un pècheur qui retire son filet. Toute l'eau qu'il met en mouvement brille de humière. Transportons nous vîte aux environs du cap de bonne espérance, et nous verrons la mer comme enflammée non seulement à la surface, mais nous distinguerons à de grandes profondeurs de gros et de petits poissons aussi luisants que la surface de l'eau, qui offrent par là à votre oeil étonné tous leurs mouvemens, sans qu'ils se doutent d'être observés. Faisons une tournée au Kamtschatka et nous y retrouverons la mer pétiller de petits points brillants de lumière, tantôt faible tantôt éblonissante.

Mr. de G. Comme vous voyagez, mon cher ami!

Mr. de P. C'est la pensée qui gonfle mes voiles et j'imagine que madame de L. me saura gré d'abréger le trajet. Ce qu'il y a de mieux aux voyages, c'est l'arrivée.

Mr. de R. Je ne suis pas de cet avis; le plaisir de contempler les contrées qu'on parcourt me paroit bien supérieur à l'arrivée, où l'on ne songe qu'à se délasser, manger, boire et dormer.

Mr. de P. Outre que ces quatre choses-là ne sont pas du tout à mépriser, surtout quand on est fatigué, je prends la liberté de vous observer que, lorsque vous

[redacted]

elle la pourriture de ses habitans? Je conçois que cette décomposition de tant d'êtres organiques doit avoir lieu, sans quoi l'océan seroit déja plein d'animaux morts, depuis tant de siècles qu'il existe. Mais le sel que cette eau contient devroit empêcher la pourriture comme il empêche celle de nos viandes et de nos poissons.

Mr. de P. D'abord j'ai l'honneur de vous observer que l'eau de mer contient trop peu de sel pour faire cet effet, et puis qu'outre notre sel de cuisine (le muriate de soude) elle contient d'autres sels qui probalement favorisent la putréfaction; car l'expérience a prouvé que l'eau de mer pourrit plus vite que l'eau commune, et que, bue toute fraiche, elle a quelque chose de dégoutant qui cause des nausées et indique que proprement elle n'est jamais fraiche. Mais votre remarque, madame, nous conduit tout naturellement à parler des ingrédiens qui composent l'eau de mer.

Les sels dissouts dans l'eau de mer lui donnent une pesanteur spécifique un peu supérieure à celle de l'eau distillée; mais ce surplus n'est pas partout égal. Vous concevez que sous les tropiques, où la chaleur occasionne une évaporation bien plus considérable que dans les régions boréales et australes, la quantité de sels que l'eau de mer contient, et parconséquent la pesanteur spécifique, sera plus grande que partout ailleurs. Et de là on a voulu trouver la loi des décroissemens de cette pesanteur spécifique de l'équateur aux [illegible] Humboldt convient sincèrement qu'il n'a pas [illegible] là et qu'elle ne peut guères exister à cause [illegible] de mer qui confondent les eaux de plu-

tieurs climats. Cela est très juste; cependant le principe de la plus grande évaporation près de la Ligne ne peut pas être sans effet; et l'excellent Physicien Horner, qui a accompagné Krusenstern à son voyage autour du monde, nous fournit un grand nombre d'observations d'où il résulte 1) que l'eau de mer des climats chauds est réellement un peu plus pesante que celle des climats froids. 2) que les extrêmes qu'il a observés diffèrent entre eux dans la mer atlantique de $\frac{44}{10000}$ et dans la mer du Sud de $\frac{29}{10000}$ du poids total de l'eau. 3) Que les pesanteurs moyennes sont dans la mer atlantique $1\frac{279}{10000}$, dans la mer du Sud $1\frac{264}{10000}$ et dans la Baltique $1\frac{63\frac{1}{2}}{10000}$. 4) Que ces pesanteurs spécifiques ne sont pas toujours plus grandes dans les contrées proches de l'équateur. 5) que l'eau de la mer atlantique est un peu plus salée dans sa moitié boréale que dans sa moitié australe.

Les substances qui constituent l'eau de mer sont l'acide muriateux hydrogéné, l'acide sulfurique, la soude, la magnésie, la chaux et, selon la nouvelle découverte du célèbre Wollaston, la potasse; au reste en très petite quantité. Ces substances forment divers sels, dont le muriate de soude (le sel commun) fait environ $\frac{7}{10}$ du tout, d'après les analyses des docteurs Murray et Marcet. Celle du premier de ces deux Chimistes donne pour la quantité absolue de ces sels dans une portion d'eau de la mer atlantique, sur les côtes de l'Ecosse, $3\frac{1}{10}$ pour cent du poids de l'eau de mer; ce qui fait 1 livre de sels absolument dénués d'eau sur $32\frac{1}{4}$ livres d'eau de mer. Mais si on laisse à ces sels

[redacted]

les rayons solaires à une assez grande profondeur, est devenue pendant le jour un dépot de chaleur qui ne peut se perdre si tôt, et dont le calorique arrive à la surface, soit par la marche chimique, soit par ce que les couches supérieures, après s'être réfroidies, descendent et font place aux couches inférieures plus chaudes. Il doit résulter de là qu'à midi la mer doit être plus froide, à minuit plus chaude, le matin et le soir aussi chaude que l'air; et c'est précisément le résultat des observations de Péron.

Depuis au moins trente ans on s'est occupé de connoitre la température de la mer à de grandes profondeurs, problème qui n'offre pas peu de difficultés et pour la solution du quel on a imaginé plusieurs appareils qui, à la vérité, n'offrent pas toute l'exactitude désirable, mais fournissent cependant des résultats précieux. Les meilleures expériences que nous ayons là-dessus sont celles de Forster, Irwine, Péron et Horner, qui toutes s'accordent à nous dire que la température de la mer diminue à mesure qu'on arrive à de plus grandes profondeurs. Péron a trouvé cette température être de 6 degrés R. à 2144 pieds de profondeur, et Irwine l'a trouvée de $3\frac{6}{10}$ degrés R. à 4100 pieds, et l'un et l'autre sous l'équateur, où la température à la surface est de 24 à 25 degrés. Dans les régions éloignées de l'équateur cette différence de température est moindre; cependant Horner a trouvé dans la mer d'Ochotsch à 53 degrés de latitude et à 690 pieds de profondeur une température de $1\frac{6}{10}$ degré au dessous de zéro.

Mr. de R. Ainsi la mer doit être gelée à quelques centaines de pieds plus bas! car, quoique le sel diminue la force de congélation de l'eau, il ne faut que quelques degrés de moins pour faire geler l'eau de mer.

Mr. de P. Nous allons agiter cette question à l'instant. Permettez moi de vous observer auparavant que si l'on tient compte du réchauffement que le thermomètre de Péron sous l'équateur a dû subir en remontant pendant 45 minutes dans les couches supérieures plus chaudes de la mer; le calcul prouve que sa température à la profondeur de 2144 pieds doit avoir été de $2\frac{1}{10}$ degrés au dessous de zéro; et si l'on faisoit le même calcul pour l'expérience d'Irwine on trouveroit sûrement que la température de la mer à 4000 pieds de profondeur dépasseroit celle qu'il faut pour faire geler l'eau de mer. Au reste je dois ajouter que la diminution de température augmente en progression plus lente que la profondeur. Voilà nos données sur cet objet. Que pense mon aimable auditoire sur la proposition de faire geler la mer à de grandes profondeurs, que monsieur de R. vient d'énoncer? *L'océan est-il gelé,* peut-être à 10000 pieds de profondeur? Péron et les Physiciens françois sont pour l'une des deux opinions; devinez pour la quelle. Horner et moi pour l'opinion opposée.

Mr. de L. En Physique l'on ne doit pas deviner.

Mr. de P. Eh bien? En France on a admis sur la

[redacted]

foi des expériences, sur tout de Péron, que la mer doit être gelée à de grandes profondeurs. Cette opinion, quelque vraisemblance qu'elle ait au premier coup-d'oeil, est cependant erronnée. Souvenez vous, Général, que l'eau doit se dilater pour pouvoir geler, et que toute force qui s'oppose à la dilatation de l'eau, empèche la congélation au degré de froid où elle auroit lieu d'ailleurs. Nous savons même qu'il faut un froid de 17 degrés pour surmonter une résistance de 7000 livres exercée sur un pouce carré de surface. En admettant donc que la température dans l'expérience de Péron, à une profondeur de 2000 pieds, ait été de — 2 degrés, il faudroit atteindre une profondeur de 17000 pieds pour arriver à une température de 17 degrés de froid dans la supposition que le décroissement de température fut en proportion de la profondeur et nous pouvons supposer hardiment qu'un froid de 17 degrés n'aura lieu dans la mer, qu'à au moins 25000 pieds de profondeur. Or la pression d'une colonne d'eau de mer de cette hauteur équivaut à 13500 livres par pouce carré, force double de celle que le froid de 17 degrés peut surmonter. Ainsi l'eau, surtout l'eau du mer, ne sera pas gelée à 25000 pieds. Elle pourra l'être encore moins à de plus grandes profondeurs, le froid n'augmentant pas aussi rapidement que les profondeurs.

Péron, en suite de son idée de la mer glacée à son fond, nous a donné une autre hypothèse, d'après la quelle les glaces polaires se sont formées au fond de l'eau et se sont élevées du fond en vertu de leur legèreté spécifique, et trouve tout naturel que ces montagnes de glaces flottantes ne contiennent pas de sel,

par ce qu'il est encore dans l'erreur que la congélation prive l'eau entièrement de son sel.

Le jeune de L. Ah! je me souviens que vous nous avez annoncé que l'opinion contraire nous fera découvrir l'origine des glaces polaires.

Mr. de P. Fort bien; et je dis que si ces masses glacées étoient de l'eau de mer gelée, elles contiendroient une portion sensible de sel, d'autant plus que le climat du lieu doit augmenter le froid du fond de la mer.

Mde. de L. Quelle est votre opinion sur les glaces polaires?

Mr. de P. Les glaçons flottants qu'on rencontre dans le Nord déja à 70 degrés de latitude, ne sont que des morceaux détachés de la couche de glace d'eau de mer gelée à la surface, et doivent contenir un peu de sel. Mais les énormes glaçons qui dépassent quelque fois de 100 pieds la surface de l'eau, et qui parconséquent ont une épaisseur de 1100 à 1200 pieds, n'ont pas cette origine. Ce sont de petites montagnes détachées par les vagues, les ouragans et leur propre poids, de la grande coupole de glace qui couvre le pôle. Et cette masse immense n'est pas de l'eau de mer gelée. C'est un glacier qui a la même origine que les glaciers des Alpes. Le froid, qui règne dans ces régions, précipite dans l'air plus de neige que partout ailleurs; et les vents, faisant circuler l'atmosphère de notre globe dans toutes les directions, ammenent dans ces contrées une grande partie de l'eau atmosphérique des autres climats qui se précipite en forme de pluie et bien plussouvent en

[redacted]

forme de neige. L'été fond une partie de ces neiges; l'eau produite par cette fonte coule en partie à la mer; une autre partie pénètre les couches de neige qui ne sont pas fondues, et le reste est arrété par le premier froid de l'hyver suivant et devient une croute formelle de glace. Cette opération, répétée pendant des milliers d'années, a du former cette coupole de glaciers, que chaque année augmente encore et qui s'étend chaque année davantage,

Mde. de L. Vous m'effrayez presque, monsieur de P. Car vous nous faites prévoir que nous ferons bientôt partie de cette terrible coupole glacée qui engloutit, pour ainsi dire, la mer et les pays.

Mr. de P. Le danger, madame, n'est pas grand. Car de même que les glaciers de la Suisse cessent de s'étendre, lorsqu'ils arrivent à une région inférieure où le soleil d'été peut les fondre malgré le froid qu'ils produisent, de même les glaciers polaires trouveront leur limite là où le climat ne soufre plus d'eau gelée en été; limite qui est passablement loin de nous. Et cette limite recule vers le pôle là où il y de la terre ferme, bien plus que là où la surface du globe est liquide. Aussi la côte septentrionale de la Sibérie et le cap Zélanya dans la nouvelle Zemble sont habitables et ont de l'eau liquide à 78 degrés de latitude, tandis que dans la baie de Behring la limite des glaces éternelles se trouve déja à une latitude de 69 degrés, ainsi 9 degrés ou 135 milles plus au sud.

Le Comte C. Votre hypothèse nous offre une nouvelle analogie bien frappante entre le climat des mon-

tagnes et le climat géographique, hypothèse qui nous fait envisager les glaciers des hautes montagnes comme des miniatures des deux grandes glaciers polaires.

Mr. de P. Cette analogie se répète dans les phénomènes où nous voyons de part et d'autre des masses glacées se détacher du lieu où elles se sont formées; d'un côté les avalanches par le défaut d'équillibre, et les glaciers par les crevasses occasionnées par le froid et l'eau qui gèle dans ces crévasses, de l'autre côté par les mêmes causes qui agissent sur les masses de glaciers polaires, qui s'avancent sur la surface de la mer, soutenus par l'eau jusqu'à ce que leur poids rompe l'équilibre ou que des crevasses occasionnées par un froid extrême les détachent de la grande masse. Mais cette analogie ne se soutient plus dès que les masses de part et d'autres sont détachées. Car dans les montagnes les avalanches se précipitent des hauteurs avec une vitesse énorme et funeste, et les glaciers avec une grave lenteur qui ne décèle leur marche sur la pente douce qu'après un certain tems, tandis que les masses détachées des glaces polaires flottent sur la mer au gré des vents.

Mr. de L. Cette hypothèse m'ennuie par sa simplicité. Trouvez, monsieur le Comte, quelque objection dans votre fond d'histoire naturelle pour l'ébranler.

Le Comte C. (*souriant.*) Malheureusement je n'y trouve que des données qui parlent en sa faveur. Telle est par ex: la structure de ces glaces, qui, à ce qu'on nous assure, sont composées de couches plus ou moins compactes et plus ou moins transparentes, toutes sans le moindre indice de sel; ce qui prouve bien qu'ell

ont été formées non au fond de la mer par une congélation progressive et uniforme, mais dans l'air et en différentes saisons et par les eaux fournies par l'atmosphère. Telle est encore le fait que le jeune Kotzebue a vu à son voyage dans les mers du Nord et qu'il nous nous a rapporté récemment: que l'on trouve quelquefois sur les glaces polaires du terreau amoncelé et couvert de plantes: phénomène qui ressemble beaucoup aux moraines des glaciers de la Suisse.

Mr. de P. Nous ne serons au reste complettement instruits de la nature de ces glaces que lorsqu'un bon Naturaliste les aura considérées géognostiquement, c. à. d. bien examiné leur structure, leur gisement, les hauteurs et la forme des parties saillantes, et cela non seulement pour celles qui sont fixes, mais aussi pour celles qui sont flottantes. J'ai l'honneur de vous présenter les planches de la rélation de voyage du Capitaine Ross, envoyé en 1818 par l'Amiranté angloise dans la baie de Baffins pour tenter le passage de cette baie à la côte occidentale de l'Amérique. Voyez ces pyramides flottantes, ces pics de glace sur la terre ferme, et jugez si cela a l'air d'avoir été gelé au fond de la mer, ou si cela n'a pas plutôt la plus grande ressemblance avec les pics et les pyramides de glace qu'on trouve dans les hautes Alpes. Mais le texte de cette description est si maigre, si dénué de détails à cet égard, que l'on n'y apprend rien sur la structure de ces masses imposantes.

Mr. de T. Comment expliquerons-nous la formation de ces pyramides ou obélisques?

Mr. de P. D'abord il faut admettre (ce que l'ex-

périence atteste) que la surface de la mer gèle, à commencer par les côtes du continent et des isles; car il faut un point fixe pour déterminer la cristallisation de l'eau. Cette surface solide étant donnée, les neiges s'y accumulent, les glaciers se forment, les orages et les vagues et la gelée (qui, au 71 me degré de latitude, va jusqu'à 39 degrés au dessous de zéro) rompent souvent cette croute et hérissent sa surface. Ces inégalités gagnent en hauteur par les neiges et les glaciers, qui s'accumulent de préférence d'un ou d'un autre côté. La mer ne peut plus supporter ce poids inégalement partagé au dessus de son niveau; le brisement des glaces se renouvelle, les aspérités deviennent plus considérables. Les masses ainsi brisées sur les bords de ce plateau immense, sont les rochers flottans de glace. Ainsi les glaces polaires ne doivent offrir qu'un amas de ruines, dont la masse aura dans plusieurs endroits atteint les bas fonds et pris pied à quelques cent toises de profondeur, tandis que le reste flotte peut-être entre deux, soutenu par ces points fixes, mais avec la perspective de crever cependant par la suite, lorsque la charge sera devenue trop forte.

Terminons cette digression sur les glaces polaires, qui font frissonner madame de L., pour retourner à la mer liquide. Puis qu'il est bien prouvé que le froid augmente dans la mer avec la profondeur, il est clair qu'ici il ne peut être question d'une température moyenne telle que nous l'avons observée dans les cavernes sèches et les mines des continents et des isles. On a voulu conclure de là que cette chaleur moyenne de la terre ferme est un produit de la chaleur développée par

[redacted]

les rayons solaires : opinion que combattent les expériences qui prouvent que cette chaleur ne pénètre pas à 50 pieds sous terre, et parconséquent pas à 200 toises, qui est la plus grande profondeur au dessous du niveau de la mer à la quelle on soit parvenu. Elle est encore combattue par la considération que les rayons solaires qui se combinent également avec l'eau, mais à de grandes profondeurs, doivent exciter dans la mer la même température que sur terre, ce qui a lieu en effet, à la différence près qui résulte de la plus grande évaporation sur mer que sur terre. Cette température moyenne des continents provient probablement des opérations chimiques qui ont lieu à de grandes profondeurs et presque partout.

La température totale de la mer dans un lieu donné varie selon l'épaisseur de la couche d'eau qui couvre le fond. Franklin avoit cru qu'au dessus et à l'approche des bas-fonds la mer est toujours plus froide, et avoit conseillé d'employer le thermomètre comme un indicateur de ces parties élevées du fond mais cachées par une couche d'eau. Humboldt a appuié cette opinion de quelques observations. Mais tous les autres voyageurs marins, tels que Saussure, le Comte Marsigli, Donati, Castberg, pour les mers d'Europe, Péron, Krusenstern et Horner dans toutes les autres mers, prouvent le contraire; en sorte que l'on doit admettre que c'est le hazard qui a voulu que Franklin et Humboldt aient fait leurs observations sur des bas-fonds, où un courant a ammené les eaux plus froides du fond. Le fait, que la mer est en général un peu plus chaude au dessus des bas-fonds qu'ailleurs, est fondé en théorie;

car, en admettant, comme nous le faisons, que le soleil excite la même chaleur, soit que ses rayons tombent sur la terre ferme, soit qu'ils tombent sur une très profonde masse d'eau, il est clair que cette chaleur se communique à une moindre couche d'eau là où il y a un bas fond que là où la mer est profonde, En outre j'observe que, les lieux où la mer a le moins de profondeur étant les plus peuplés de plantes et d'animaux, leur vie et leur mort doit y exciter une plus grande chaleur chimique. Car quoique les êtres organiques sous mer aient de règle la même température que le milieu où ils vivent et se décomposent après leur mort, il ne s'en suit pas que leur procès vital et leur putréfaction ne produise pas de chaleur; et cette chaleur qui leur est enlevée est ce qui rehausse la température de l'eau.

Mr. de L. J'avoue que cette dernière cause ne me paroit avoir qu'une petite part au phénomène en question, à raison de la masse d'eau qui est presque infiniment grande, comparée à la masse des animaux et des plantes qui y séjournent.

Mr. de P. Vous n'avez pas tort, Général. Mais lorsqu'il s'agit de décider une question contre Franklin et Humboldt, il ne faut rien omettre.

[redacted]

Cent deuxième entretien.

Mr. *de P.* Nous avons parcouru les phénomènes physiques et chimiques de l'océan. Passons à présent aux phénomènes mécaniques, aux mouvemens que nous offre cette immense nappe d'eau.

Outre le mouvement des vagues à la surface de la mer, causé par les vents et les tempêtes, on connoit deux grands mouvemens continuels qu'on peut regarder comme généraux, comme appartenants à toute la masse de l'océan. Ce sont les marées et les courans. Commençons par *les marées* ou *le flux et le reflux.*

Les lois de la pesanteur et de la force centifuge ont fixé la figure de l'océan et établi un équilibre fixe dans toutes ses parties, un repos constant qui semble ne pouvoir être troublé que par les vents. Il doit donc paroitre étonnant que, pendant un tems calme, cette masse d'eau entière s'élève deux fois par jour sur les côtes avec une force aussi invincible qu'invisible, et retombe aussi souvent, et cela simultanément aux points opposés de la surface de notre globe. Si la côte est escarpée le flux la choque avec violence et cause les bri-

tants funestes aux vaisseaux. Si la côte est basse et platte, la mer la couvre jusqu'à des distances très notables et la laisse six heures après à sec; de sorte que ce phénomène partage le jour en quatre parties égales.

Mr. de R. Ainsi l'océan est l'horloge de la Nature.

Mr. de P. Fort bien; mais une horloge dont la marche n'est ni très régulière ni très facile à observer. Car outre que les vents et des circonstances locales influent beaucoup sur ce mouvement, le tems de l'apparition et la grandeur des marées sont sujets à plusieurs variations périodiques.

Ces variations sont dans un rapport si marquant avec la position de la Lune vis-à-vis de notre Terre que les Anciens n'ont pas hésité d'attribuer à cet astre le phènomène entier des marées; et Keppler, qui le premier a statué la gravitation des corps célestes entre eux, regardoit ce phénomène comme l'effet de l'attraction de la Lune sur notre océan. Mais Newton est le premier qui a considéré les marées sous le point de vue des lois générales de la Mécanique et en a déduit les principales variations. Daniel Bernouilli, Euler et d'autres grands Mathématiciens ont continué ce bel édifice, que la Place a en quelque sorte reconstruit à neuf par une profonde analyse qui n'appartient qu'à lui.

Mde. de L. Si tant de grands Mathématiciens se sont mêlés de la chose, je crains fort que moi je n'ose y tâter.

Mr. de P. Assurément pas, si c'est aux calculs; mais assurément oui, si vous ne voulez que connoitre

[redacted]

les causes générales de ce phénomène. Je prends le crayon. abcd (Fig. 70) représente le noyau solide de la Terre; efgh l'océan qui le couvre; A la Lune. Tirons une ligne droite par les centres de ces deux corps célestes; qui indiquera la direction principale de l'attraction de la lune. Cette attraction s'exerce sur la partie antérieure bgf de l'océan; sur le noyau de la Terre que nous pouvons considérer comme réuni au centre C et sur la partie postérieure hef de l'océan. La partie antérieure de l'océan est plus proche de la lune que le centre de la Terre et la partie postérieure en est plus éloignée. Ainsi la force d'attraction que la Lune exerce sur ces différentes parties, sera plus ou moins grande en raison inverse du carré des distances au centre de la Lune; et celle qui s'exerce sur le noyau de la terre sera la moyenne. Donc le point g et ses adjacens s'avancera vers la Lune; le point C aussi, mais moins; le point e de même, mais encore moins. Ainsi vous voyez que le point g s'élèvera au dessus de son niveau, et le point e de même, puisqu'il reste en arrière rélativement au point C; et la figure du sphéroide aqueux sera comme klnmopk.

Il suit de là que les marées doivent avoir lieu en même tems aux deux points opposés m et k de la terre; et c'est ce que confirme l'expérience.

Il est clair en outre que pour les points comme n, o, p, l, qui ne sont que très peu plus éloignés de la Lune que les points b et f, les élévations de la mer seront insensibles. Aussi les marées n'existent plus à 65 degrés de latitude. Comme le globe fait sa révolution autour de son axe en 24 heures, il est clair que, le

point m ayant subi sa plus grande élévation dans cette position, il sera le plus affaissé grand il arrivera, 6 heures après, dans la position h. Mais en même tems le point k, qui étoit là également à son plus haut degré d'élévation, se trouvera en f dans son plus grand abaissement. Voilà un flux et un reflux en 12 heures pour chacun de ces deux points, qui arriveront dans les six heures suivantes, le point m en k et le point k en m où ils seront à leur plus grande élévation. Pendant les 6 heures suivantes le point m arrivera en f et le point k en h où tous deux seront à leur minimum; et voilà le second flux et reflux dans l'autre moitié du jour.

Mais pendant ces 24 heures la lune marche dans la même direction. Donc le point m et tous les autres points de la surface de l'océan arrivant plus tard dans la ligne droite qu'on suppose tirée par les centres des deux astres, il est clair que le flux et le reflux doivent être retardés de jour en jour, de sorte qu'à la fin du cours de la lune il y a une perte d'un jour entier. Or comme la Lune employe $28\frac{1}{2}$ jours à faire son tour autour de la terre, cette rétardation journaillère est de 49 minutes; ce qui est tout-à-fait conforme à l'observation.

Mr. de R. Cet accord de l'observation avec le calcul est merveilleuse.

Mr. de P. Poussons nos considérations plus loin. Le soleil n'est pas un spectateur oisif de ce phénomène. Malgré son grand éloignement de la Terre il y prend part rélativement à la grandeur de sa masse, qui compense en partie cette distance. Voyez la nouvelle figure (Fig. 71) que je vous dessine, où S représente le

[redacted]

soleil, T la Terre, L la Lune. Si la Lune est en L, c. à. d. en opposition avec le soleil, vous voyez que les points a et o de l'océan terrestre sont élevés en même tems par les deux astres, et les marées de ce tems seront plus hautes. Il en est de même si nous plaçons la Lune en l, c. à. d. en conjonction avec le soleil. Mais ces deux tems sont ceux de la pleine lune et de la nouvelle lune. Si la Lune se trouve en l', alors elle élèvera l'eau aux points i et e que le soleil tend à abaisser, et alors les marées seront plus petites. Il en est de même si nous plaçons la lune en l''. Or ces deux tems sont ceux des quadratures, où la lune ne nous offre que la moitié de sa surface éclairée. Ainsi nous aurons les plus fortes marées lors de la pleine lune et de la nouvelle lune, et les moins fortes dans les quartiers. Il est vrai que ce maximum et ce minimum n'arrivent que un jour et demi plus tard que ces époques; mais cela tient à la paresse de l'océan qui ne cède que lentement à ces surcroits et à ces diminutions d'élévation.

Lorsque nous parlerons Astronomie, j'aurai l'honneur de vous dire que le soleil varie de position rélativement aux différents points de la Terre dans le cours de l'année et que les distances absolues de la Lune et du Soleil à la Terre varient dans le courant du mois et de l'année et parconséquent aussi la force attractive de ces deux corps sur la Terre. Et l'observation prouve que la force des marées suit exactement ces variations et d'autres encore dont le détail ne pourroit que vous fatiguer.

Mr. de T. Veuillez, monsieur de P., nous dire

à quelle hauteur la mer s'élève et s'abaisse. Il me semble avoir ouï nommer des hauteurs très différentes.

Mr. de P. La Place fixe la hauteur moyenne des marées, là où des circonstances locales ne causent pas d'anomalies, à 3 pieds, et c'est en effet la hauteur moyenne des marées dans la mer du Sud, qui, à raison de sa grande étendue, est la plus propre à vérifier la théorie par l'observation.

Mr. de L. Je ne doute pas que la théorie des marées ne soit admirable. Mais avouez que c'est beaucoup de bruit pour peu de chose. Trois pieds d'élévation au dessus du niveau est un infiniment petit rélativement au rayon de la Terre.

Mr. de P. Non, je ne l'avoue pas, non seulement comme partisan de la Science, mais aussi par ce que ces trois pieds produisent, selon les circonstances, des effets très considérables sur les côtes et ont une grande influence sur la navigation. Les marées ont aux Canaries 8 pieds de hauteur, à l'entrée du détroit de Gibraltar 10 pieds, devant le port de Cherbourg 18 pieds, à St. Malo 45 pieds, à l'embouchure de la Saverne 54 pieds . . . .

Mr. de R. Arrêtez, monsieur de P. Pour réfuter le Général vous allez faire monter les marées jusqu'aux nues.

Mr. de P. Je me serois arrêté de moi-même dans cette énumération pour vous dire que dans les petites mers, comme la Méditérammée, les marées sont insen-

[redacted]

sibles, de même dans celles qui sont très éloignées de l'équateur, comme la Baltique, la mer blanche etc.

Mr. de L. Mais d'où viennent ces fortes marées dans les endroits que vous venez de nommer?

Mr. de P. De la conformation du sol adjacent. Prenons l'embouchure de la Saverne comme l'exemple les plus saillant. Ce fleuve se décharge dans le canal de Bristol, dont la plus grande ouverture du Sud au Nord est d'environ 22 milles géographiques. La longueur de ce canal, à compter du point où il a 9 milles de largeur jusqu'à l'endroit où il n'a plus que 2 milles, est de 15 milles, et sa direction est de l'Ouest à l'Est. De là il se rétrécit en triangle sur une longueur de 6½ milles jusqu'à l'embouchure de la rivière, dans la direction du Sud-Ouest au Nord-Est. Représentez vous le flux de l'océan atlantique, et déja refoulé vers le canal de Bristol par la côte d'Irlande, arrivant dans ce canal, qui lui offre un chemin toujours plus étroit; et vous concevrez qu'ici nous devons avoir un effet du genre de celui des cônes hydrauliques, c. à. d. une grande accélération de vitesse, qui doit parconséquent refouler les eaux jusqu'à une hauteur très considérable. Cet effet a toujours lieu, plus ou moins, là où des continents, des îles et des bas-fonds rétrécissent le cours de la mer, c'est pourquoi les hauteurs du flux et du reflux sont si différentes selon les lieux.

Mr. de R. Je ne puis cesser d'admirer que ce soit uniquement à la Lune que nous devions ces effets étonnants.

Mr. de P. C'est encore à cet astre, compagnon

fidèle de notre Terre dans ses courses autour du Soleil, que nous devons en outre *les Courans* qui mettent tout l'océan en mouvement sous cent directions variées et presque incompréhensibles. Ils sont de la plus grande importance pour la Navigation, leur vitesse étant souvent considérable. Krusenstern en a observé un qui avoit jusqu'à 65 lieues de vitesse par jour et plusieurs de plus de 40 lieues, de sorte qu'un vaisseau, sans voiles et sans vent, voyage à leur faveur assez rapidement, ou se trouve, malgré le vent et les voiles, très retardé dans son voyage si son cours est l'opposé de celui du courant.

L'on observe un grand courant qui tourne autour du globe entier de l'Est à l'Ouest, dont la vitesse sous l'équateur est de 12 lieues par jour. Sa principale cause se trouve dans l'attraction de la Lune. Vous savez déja que ce petit astre fait sa tournée autour de la Terre en 28½ jours dans la direction de la révolution diurne de la Terre, c. à. d. de l'Ouest à l'Est. Cette marche de la Lune, rapportée à un point de l'équateur terrestre et 28½ fois plus lente que la vitesse propre du même point, doit produire et produit en effet une petite retardation dans la vitesse de l'eau de l'océan, qui ne peut plus suivre le mouvement rapide du continent causé par le mouvement diurne du globe terrestre. Cette retardation est donc pour ce globe un mouvement de l'Est à l'Ouest, c. à. d. le courant en question, qui de plus reçoit un accroissement par un vent constant et général qui a lieu dans la même direction, et dont je vous expliquerai l'origine lorsque nous considérerons plus particulièrement notre atmosphère.

[redacted]

Mde. de L. Je crains que ce nouveau mouvement de la mer ne s'embrouille dans mon cerveau.

Mr. de P. Eh bien! madame, prenons la carte du globe pour suivre ce courant dans son voyage éternel autour du monde. Voyons le partir de la côte occidentale de l'Afrique sur presque toute la largeur des tropiques pour arriver à l'Amérique, où il se brise sur les deux côtes inclinées que sépare le cap St. Roch. Sa plus grande moitié se glisse donc dans la direction de Nord-Ouest le long du continent et de l'Archipel américain pour prendre en suite la direction de Nord-Est le long de la Floride et des Etats-unis jusqu'au 40e degré de latitude. Retournons à présent au point de départ, sur les côtes de la Guinée et du Sénégal. Il manque ici l'eau entrainée vers l'Amérique; ici il y a donc une baisse, vers la quelle les eaux qui avoisinent la côte supérieure de l'ouest de l'Afrique et de l'Europe doivent descendre et se recruter par celles que le courant a ammenées dans la direction de Nord-Ouest jusqu'au 40e degré de latitude, et qui frisent ou traversent les Azores, les Canaries et les Isles du Cap-verd. Ainsi cette moitié de la mer atlantique offre un tournant perpétuel que les navigateurs cherchent ou évitent le mieux possible, selon le cours qu'ils doivent tenir.

Voyons à présent ce qui se passe dans la partie australe du même océan. Le courant se brise à la côte du Brésil, d'où il reflue par les mêmes raisons, mais plus foiblement, à l'Est, jusques au dessous du cap de bonne espérance, où nous voulons l'abandonner pour observer ce qui se passe à l'autre hémisphère.

La côte occidentale de l'Amérique est le second point de départ pour notre courant qui balaye les nombreuses et petites isles de la mer du Sud pour arriver à l'archipel indien qui ralentit sa course, sans l'empêcher toutes fois de traverser la mer des Indes et rencontrer au cap de bonne espérance son voisin de la mer atlantique qu'il refoule en partie jusqu'à son origine vers l'équateur, le long de la côte occidentale de l'Afrique, et en partie vers la mer glaciale australe où il se perdent tous deux.

Le Comte C. Cette marche du grand courant me paroit bien imaginée et est sûrement conforme aux observations. Mais il me semble que ce flux en rasant tant de côtes, en traversant tant d'archipels et surtout en trouvant tant de masses d'eau à déplacer dans ses remoux, devroit avoir perdu toute sa vîtesse avant d'avoir achevé le cours que vous lui assignez.

Mr. de P. La remarque est juste. Mais je dois encore vous faire part d'une espèce de renfort qu'il reçoit en route, provenant des diverses latitudes qu'il parcourt. Prenons pour exemple le tournant qui a lieu dans la mer atlantique septentrionale. Les eaux de l'équateur, qui, après avoir remonté la côte des Etats-Unis d'Amérique, coulent de l'Ouest à l'Est sous le 40e degré de latitude, se trouvent dans une contrée où la rotation de la Terre de l'Ouest à l'Est donne une moindre vîtesse que sous l'équateur. Ces eaux doivent donc, déja par cette seule raison, former un courant très sensible dans la même direction; et lorsqu'elles sont rétournées à l'équateur, après avoir perdu en route leur

[redacted]

surcroit de vitesse, elles résistent de nouveau à l'influence de la rotation et augmentent le courant primitif sous l'équateur,

Mr. de T. Ce grand courant doit mêler les eaux de plusieurs climats et parconséquent varier sensiblement la salûre et la pesanteur spécifique des eaux de différentes latitudes, comme vous nous l'avez dit hier.

Mr. de P. Il existe un autre courant général qui non seulement fait le même effet, mais qui a son origine dans ces différentes degrés de salure. Représentez vous les degrés de température qui diminuent sur tout le globe de l'équateur aux poles, agissant sur l'eau salée de la mer. Entre les tropiques vous aurez la plus grande évaporation et près des glaces éternelles des pôles vous aurez la plus petite, Ainsi la mer sera le plus salée et aura la plus grande pesanteur spécifique autour de l'équateur et la moindre vers les pôles; ce qui produit un défaut d'équilibre qui ne peut se compenser que par un double courant de l'eau plus légère des pôles vers l'équateur à la surfacee de l'océan et de l'eau plus pesante des tropiques vers les pôles en dessous.

Mr. de R. Est-il possible que cette petite différence de pesanteur spécifique produise des courans sensibles?

Mr. de P. Nous en avons un exemple visible au détroit de Gibraltar. L'eau de la méditerranée est plus salée et un peu plus pesante que celle de la mer atlantique; ce qui cause deux courants opposés,

le supérieur de la mer atlantique dans la méditerranée, et l'inférieur de la méditerranée vers l'océan atlantique.

Ce double grand courant que j'ai décrit reçoit en outre un renfort bien réel par l'eau non salée qui provient de la fonte annuelle des glaces polaires au Nord et au Sud, qui comme plus légère que l'eau salée, se tient à la surface et reflue vers l'équateur.

Mde. de L. Que faites-vous, monsieur de V.? Vous paroissez tout rêveur.

Mr. de V. Je tâche de me représenter les effets singuliers qui doivent résulter des deux grands courans que monsieur de P. nous a décrits, dont l'un fait le tour du globe de l'Est à l'Ouest et l'autre fait couler la surface de l'océan des pôles vers l'équateur. L'eau, qui se trouve entrainée par les deux courans et les remoux du premier, décrit sûrement des courbes très compliquées, qui doivent donner de la tablature aux Physiciens et aux Navigateurs.

Mr. de P. Ajoutez à cela les directions particulières que l'eau doit prendre en vertu de la position des côtes, des isles et des bas-fonds et de l'influence du flux et du reflux de la mer et des vents; et vous jugerez qu'il suffit de ces causes connues pour concevoir la variété d'une infinité de courans qui apparoissent sous toute sorte de directions, sans supposer des causes inconnues.

L'on a attribué au grand courant de l'Est à l'Ouest deux grands phénomènes géologiques, la formation des deux archipels de l'Amérique et de l'Inde, sup-

[redacted]

posant que, là où est le golfe du Mexique et le grand archipel qui le ferme, se trouvoit autrefois une continuation du continent, et que la nouvelle Hollande tenoit également au Sud de l'Asie. Mais combien impuissant ne doit-on pas trouver le choc de l'eau dont la vitesse n'est que d'une demie lieue par heure ou d'un peu plus de 3½ pieds par seconde, comparée à l'effet prodigieux de l'engloutissement de plusieurs milliers de lieues carrés de terre ferme!

Mr. de T. Et où est cette masse de terres et de rochers qui auroit dû être portée plus avant vers l'Ouest? Les débris du terrain des Antilles, auroient dû rehausser le terrain de la mer Caraïbe et du golfe du Mexique au lieu d'y creuser ces énormes bassins, puisque l'isthme de Panama a résisté. Cet effet du grand courant me paroit répugner aux lois de la Mécanique.

Mr. de L. Les isles du Japon, les Kuriles et la presquisle du Kamtschatka avec leurs immenses golfes, qui se trouvent entre le 30e degré de latitude où le courant est très foible et le 60e où l'on n'en aperçoit plus la moindre trace; tout cela a-t-il la même origine, comme il a la même conformation? Et si la Physique trouve les forces nécessaires pour faire disparoitre le continent dont ces isles ne sont que les restes et creuser ces deux grands bassins, elle trouvera aussi celles qui ont produit des effets semblables dans les deux Indes.

Mr. de P. Sur ce point-là la Géologie ne nous laissera pas dans l'embarras.

Mde. de L. Il me paroit par plusieurs exemples, dont celui-ci est pour moi le plus récent qu'en Physique l'on a des préjugés comme dans la vie commune.

Mr. de P. Assurément, madame; et il n'est que peu de Physiciens qui ne donnent pas d'abord tête baissée dans une idée nouvelle qui a quelque chose de brillant ou qui est proposée par un homme célèbre, dont on pèse plus l'autorité que les raisons.

Terminons pour aujourd'hui ce court entretien qui met fin à nos considérations sur l'océan.

Mr. de L. D'autant plus volontiers que ma femme commençoit à s'emparer de mon rôle par la remarque malicieuse qu'elle vient de faire sur les préjugés des Physiciens.

Mr. de P. Remarque qui malheureusement doit être bien vraie, puis qu'elle vient de madame de L., dont nous connoissons tous la bonté angélique,

---

[redacted]

Cent troisième entretien.

P. Nous avons considéré l'océan sous tous
›rts. Jettons à présent nos regards sur l'at-
›, autre océan qui couvre la surface entière du
ıide dans le quel et par le quel tous les êtres
vivent et jouïssent de la vie.

omte C. Dont la substance devient partie in-
des plantes et des animaux.

de R. Qui est le théatre de tant de phéno-
le la pluie, de la neige, du beau tems, des
de la foudre.

de T. Dont la pression ralentit l'évapora-
sans cette pression épuiseroit au bout de quel-
les nos rivières, nos lacs et même l'océan,
ter toutes ces eaux vers les pôles, où le froid
eroit en glaciers et feroit de la figure applatie
un sphéroïde allongé et pointu.

de P. Le Physicien, qui veut expliquer les
nes de l'atmosphère, ne se trouve pas peu em-
D'un côté l'on espère ou exige même de lui

qu'il connoisse ce fluide qu'il peut observer à la vue simple et au télescope, sur les montagnes et dans le ballon aérostatique. D'un autre côté il se trouve souvent en peine de rendre compte des phénomènes les plus communs, dont le vulgaire est témoin comme lui.

Mr. de R. Et ce vulgaire veut en outre qu'il prédise le beau tems et la pluie, le froid et le chaud, en faveur du cultivateur inquiet de sa récolte ou de l'oisif qui veut arranger pour le lendemain une promenade ou une partie de chasse.

Mr. de V. J'espère que le Physicien se soucie fort peu d'une prétention aussi ridicule.

Mr. de P. Je dois malheureusement avouer que quelques Physiciens séduits par certaines combinaisons qui réussissent par-ci par-là, se sont soumis à cette prétention, et espèrent arracher au Créateur un secret qu'il semble s'être réservé par de bonnes raisons; et l'Astronome même ne dédaigue pas quelques fois de faire servir sa noble Science à nourrir ce fol espoir.

Mde. de L. La Philosophie est-elle si rare chez ces messieurs?

Mr. de P. Non, madame; c'est la folie qui se trouve rarement chez eux. — Mais, folie ou sagesse; l'une et l'autre trouvent des difficultés presque insurmontables dans la solution de leurs problèmes par la grande variété des causes simultanées et successives, dont les effets deviennent à leur tous des causes. La suite entière des phénomènes atmosphériques est un fil long et entortillé, dont les deux bouts sont cachés et

[redacted]

qu'on peut saisir à cent points divers sans être sûr d'arriver à un de ces bouts, à cause des noeuds que l'on rencontre à tout instant. Deux voies s'offrent au Physicien pour s'orienter dans ce labyrinthe, d'un côté la Physique théorique avec toutes ses branches, de l'autre l'observation purement empirique dont on combine les résultats pour en tirer des règles aux quelles la théorie ne prend aucune part. Sans blâmer précisément cette seconde voie et ceux qui la suivent, j'ose dire que les centaines de volumes pleins de ces observations annuelles n'ont encore rien expliqué, et que leur seule utilité est de fournir les données pour fixer le climat des lieux où les observations ont été faites avec soin. L'impossibilité de découvrir sur cette voie les rélations des phénomènes atmosphériques entre eux me paroit évidente, puisque ces phénomènes ne dépendent pas uniquement de ce que nous apprennent le thermomètre et le baromètre et quelque mauvais hygromètre, mais aussi de la vitesse et de la direction des vents qui transportent l'atmosphère d'une région à l'autre, de la densité de l'air, de son état électrique, de ses parties constituantes, de la quantité d'eau qu'il contient soit en solution, soit en forme de vapeurs vésiculaires, et même de la végétation et d'autres circonstances locales — objets qui presque tous ont été négligés par les sociétés météorologiques qui s'étoient érigées en scrutateurs de notre atmosphère.

Ainsi j'opine pour la théorie, qui, à la vérité, ne nous dira pas pourquoi il pleut aujourd'hui à Rome et pas à Stockholm, pourquoi tel hyver a été très doux en Russie et très rigoureux en Allemagne, mais qui

nous indiquera les causes générales des phénomènes atmosphériques et nous offrira un tableau de l'ensemble et des rélations de ces phénomènes entre eux.

Le Comte C. Et dont, quant à moi, je me contenterai très volontiers.

Mr. de G. Non seulement ce tableau me satisfera; mais même je ne me soucierois nullement de lire dans les tables barométriques et thermométriques le tems qu'il fera demain. Notre vie n'est-elle pas déja assez compassée par la tactique de nos devoirs, assez guindée par la sottise de nos couvenances, pour vouloir encore en soustraire les petites surprises, agréables ou désagréables, que la Nature nous réserve par ses opérations magiques?

Mr. de R. Je suis du même avis. Périssent les prophètes du beau et du mauvais tems! La vie doit être vivante et non machinale.

Mr. de P. Commençons donc par examiner les propriétés de l'atmosphère et les différents états où elle se trouve. Ce sera une espèce d'histoire naturelle de l'enveloppe de notre globe.

D'après ce que nous avons appris sur la pression de l'atmosphère lorsque nous parlames des mesures barométriques, je ne sais plus rien d'intéressant à vous dire sur cette pression. Par contre je dois vous informer qu'on a cherché à mesurer *la hauteur totale de l'atmosphère*, et cela par la théorie du crépuscule et de la réfraction astronomique. Halley et de la Hire ont autrefois fixé cette hauteur à environ $18\frac{1}{2}$ lieues; La Place à

[redacted]

présent à $6\frac{1}{2}$ rayons de la Terre. J'avoue que, par plus d'une raison, je n'ajoute aucune foi à ces calculs, et que j'ignore même si cette atmosphère a une limite ou non. Ce qui me paroit bien sûr, c'est que cette limite, si elle existe, dépasse de beaucoup 18 ou 20 lieues, et qu'elle est plus élevée sous l'équateur que vers les pôles, tant à raison de la différence de température au moins dans les basses régions, qu'à raison de la force centrifuge qui augmente avec l'éloignement du centre de la terre, de sorte que le sphéroïde atmosphérique est bien plus applati que le sphéroïde terrestre.

La température de l'atmosphère à la surface de la Terre varie selon les climats, ou plutôt constitue les climats selon une loi qui dépend de la latitude, comme j'ai déja eu l'occasion de le dire; et bien que plusieurs circonstances locales y produisent des anomalies sur les continents encore plus que sur mer, cependant ce ne sont que de foibles exceptions à la règle. La plus grande de ces exceptions est l'observation que l'on a faite que la température de l'hémisphère austral est à même latitude moindre que celle de l'hémisphère boréal; ce qui s'explique par la petite quantité de terre ferme du premier de ces deux hémisphères et le surplus de surface liquide qui équivaut à $\frac{2}{5}$ de celle de l'hémisphère boréal; d'où nous devons conclure que . . . .

Le jeune de L. Comme l'évaporation cause une diminution de température, l'évaporation de l'hémisphère austral est doit être plus grande et parconséquent sa température plus petite que celle de l'autre hémisphère.

Mr. de P. Nous en venons à présent *à la température de l'air à différentes hauteurs.* Vous savez déja que cette température diminue à mesure qu'on s'élève, et l'on a cherché la loi de cette diminution. Si aucune cause accidentelle n'intervenoit, ce seroit la loi de la marche chimique du calorique de bas en haut, progression qui décroit très rapidement. Mais les causes accidentelles la modifient déja à quelques toises au dessus de terre. L'on est convenu assez légèrement d'admettre que les décroissemens de chaleur suivent directement les accroissemens de hauteur, et il restoit à déterminer par des expériences de combien il faut s'élever dans l'air pour voir tomber d'un degré le mercure du thermomètre. D'après les expériences de Saussure c'est 90 toises en été pour 1 degré C., et 111 toises en hyver. Humboldt trouva au Chimboraço 101 toises, au Pic de Ténériffe 94 T., Borda de 104 à 159 toises pour différentes élévations. Les expériences de mon fils au Caucase, prises de station en station à la montée du Kasbeck, ne fournissent aucun résultat; car il a trouvé de $38\frac{4}{10}$ jusqu'à $300\frac{3}{10}$ toises pour 1 degré R., et ce qui est encore plus surprenant, il a vu monter le mercure de son thermomètre lors qu'il s'élevoit à de plus grandes hauteurs, et cela trois fois, l'une de $\frac{1}{20}$, une autre de $\frac{1}{10}$ et la troisième fois de $2\frac{1}{2}$ degrés. Peut-on après de pareilles données croire encore à une loi de la diminution de la chaleur?

Mr. de V. Peut-être que quelques unes de ces grandes anomalies tiennent à la saison avancée que monsieur votre fils a choisie pour monter sur le Kasbeck et les autres aux localités de la montagne.

[redacted]

Mr. de P. Les couches de l'air peuvent être comparées à des plaques de verre teintes très légèrement en bleu. Imaginez que vous posiez une dixaine de ces plaques sur un papier noir; il est clair que la lumière réfléchie sera bleue, le noir du fond absorbant celle qui a traversé toutes les plaques bleues. Otez à présent une, deux, trois, quatre de ces plaques, il est clair que la masse de lumière bleue réfléchie sera diminuée, que l'oeil recevra moins de lumière colorée, et parconséquent que la teinte bleue sera plus sombre. Vous croirez voir le noir plus facilement au travers des couches bleues.

Passons de cette considération peu importante, à *la constitution chimique de notre atmosphère.* J'ai déja eu l'honneur de vous faire connoitre dans le chapitre de la Chimie les proportions d'oxigène, d'azote, d'acide carbonique et d'eau qui constituent notre air atmosphérique. La Physique de la Terre doit à présent nous apprendre d'où vient la proportion presque constante de l'oxigène à l'azote, quoique presque tous les procès chimiques que nous connoissons, la respiration des animaux, les combustions et la putréfaction des animaux et des plantes consument sans cesse une quantité prodigieuse de gaz oxygène et produisent autant d'acide carbonique et beaucoup d'hydrogène carboné, sulfuré et phosphoré; ce qui devroit rendre notre atmosphère irrespirable et mortelle en peu de mois.

Mde. de L. Je ne me laisse plus effrayer par ces apparences qui menacent la vie de tous les êtres organiques, et je compte que la Providence aura constitué un remède tout aussi efficace que le mal, et que cette

nouvelle considération ne pourra qu'augmenter mon admiration pour sa sagesse suprême et ma reconnoissance pour sa bonté infinie.

Mr. de P. Vous avez bien raison, madame; et cet antidote que vous espérez, nous le trouvons dans un procès aussi général et aussi infaillible que les procès nuisibles que je viens de nommer. C'est *la végétation.* Les Physiciens célèbres Sennebier et Ingenhoufz ont découvert que les parties vertes des plantes dégagent de jour, surtout lorsqu'elles sont immédiatement frappées des rayons solaires, du gaz oxigène. Mais leurs expériences faites sur des feuilles détachées n'étoient pas en état de régler nos idées sur cet objet si important. C'est au jeune Saussure à qui nous devons les idées claires que nous avons aujourd'hui, consignées dans l'ouvrage cité il y a quelques jours par monsieur le Comte, qui nous a appris que toute plante se nourrit principalement d'acide carbonique préparé dans le terreau par l'action du gaz oxigène de l'air. Cet acide, absorbé par l'eau et les sucs de la plante, s'étend dans le système vésiculaire de toutes les parties vertes et y est décomposé par l'action du soleil. L'oxigène, qui en faisoit partie, se trouvé dégagé en forme de gaz et s'échappe dans l'atmosphère. De nuit cette opération n'a plus lieu et même l'acide carbonique s'accumule tellement qu'il s'en exhale en quantité notable, d'où provient en partie l'acide carbonique que nous trouvons dans l'atmosphère. Il faut lire dans l'ouvrage même les expériences et les idées lumineuses de l'auteur pour en sentir tout le prix. Ce qui nous intéresse ici principalement, ce sont ses expériences sur plusieurs plantes vi-

[redacted]

vantes et croissantes et de diverses familles, expériences qui fixent la quantité de gaz oxigène que la lumière solaire en extrait dans un tems donné. On peut conclure de ces expériences que chaque pouce carré de terrain, couvert de plantes, fournit par jour $\frac{62}{100}$ pouce cube de gaz oxigène. Calculons à présent la quantité qui en résultera pour toute la surface végétale du globe. On évalue la surface de la terre ferme à 3'000000 milles carrés. Déduisons en les deux tiers pour la partie qui n'offre point de végétaux et pour le tems pendant lequel la végétation cesse entièrement ou est très foible, et nous aurons 1'000000 de milles carrés comme revétus de plantes vivantes. Mais comme le soleil ne luit pas toujours mais est souvent offusqué de nuages, nous voulons diminuer encore cette surface de plus d'un tiers, et nous pouvons admettre en toute sûreté que l'effet de la végétation totale sera le même que si nous avions une surface de 600000 milles carrés dont chaque pouce carré exhalât chaque jour $\frac{62}{100}$ pouce cube de gaz oxigène : ce qui fait annuellement une masse d'environ 5918''000000'000000 pieds cubes.

Mr. de R. Je n'aurois pas deviné que ce petit effet livrât une quantité aussi prodigieuse de gaz oxigène.

Mr. de P. Voilà la recette. Essayons d'évaluer la dépense. On admet communément que la race humaine sur toute la surface habitée du globe va à 900'000000 individus. Ne soyons pas chiches et supposons que chaque individu, jeune ou vieux, consume chaque jour les 21 pieds cubes d'oxigène que Davy assigne à l'homme fait, et le double pour ses autres be-

soins, tels que la cuisson de sa nourriture, le chauffage etc.; ce qui fait 63 pieds cubes par jour et environ 21 billions par an.

Evaluons la respiration de tous les
quadrupèdes à 10 fois autant,
celle des oiseaux, des reptiles et
des insectes à 4 fois autant,
celle des poissons et autres animaux marins à 30 fois autant

et la somme de toutes les consommations se montera à 845 billions de pieds cubes et il nous restera 5073 billions, c. à. d. le sextuple pour la putréfaction des animaux et des plantes. Ce calcul n'a assurément pas une certitude mathématique; mais il sert au moins à prouver qu'il existe à la surface de la Terre une circulation du gaz oxigène, comme les calculs analogues de Dalton ont prouvé la grande circulation de l'eau.

Mr. de L. Il faudroit être insensé pour exiger une précision mathématique dans de pareils calculs. Mais je suis embarassé de toute autre chose. La putréfaction produit une grande quantité de gaz hydrogène carboné qui monte probablement à quelques centaines de billions de pieds cubes par année. Que faites-vous de ce gaz?

Mr. de P. Cette question est d'autant plus épineuse que les Chimistes françois assurent qu'il n'existe point de gaz hydrogène dans l'air. Mais je crois que cette opinion est erronnée, et je le crois sur la foi des expériences faites par eux pour prouver l'abscence totale de ce gaz.

[redacted]

Mde. de L. Voilà un paradoxe qui feroit honneur à Dalton.

Mr. de P. Je n'en compte pas moins, madame, sur votre assentiment, et voici ma preuve; On découvre la présence ou l'abscence d'une très petite portion de gaz hydrogène dans l'air atmosphérique en ajoutant à cet air une portion bien exactement mesurée de gaz hydrogène suffisante pour produire l'inflammation au moyen du gaz oxigène, qui se trouve dans la portion d'air atmosphérique; et l'on trouve par le calcul du résultat de l'opération que l'hydrogène brulé répond justement à la portion qu'on a mêlée à l'air atmosphérique; d'où l'on conclut que s'il eut existé auparavant une petite portion de gaz hydrogène dans cet air, il se seroit enflammé avec la portion ajoutée du même gaz.

Mde. de L. Cela me paroit juste.

Mr. de P. Et cela seroit juste, si le gaz hydrogène ajouté étoit parfaitement pur. Mais comme les Physiciens françois n'ont pas épuré le leur par le charbon, il est clair qu'ils ont ajouté une petite quantité d'autre gaz qui ne s'enflamme pas, et que puisqu'ils ont trouvé l'inflammation égale à la portion d'hydrogène qu'ils ont cru ajouter, il doit avoir existé primitivement une portion de gaz inflammable à peu près égale à celle qu'ils n'ont pas ajoutée.

Mr. de L. Cela est bien subtil, mais doit être vrai. Au reste je réitère ma question: Que devient ce gaz hydrogène carboné?

Mr. de P. Toutes les espèces de ce gaz sont plus légères que l'air atmosphérique, et nommément celui

des marais, de près d'un tiers. Il doit donc monter avec assez de vitesse dans l'atmosphère, et quoiqu'il se mêle en route avec l'air qu'il traverse, le mélange est toujours plus léger que l'air ambiant et doit parconséquent atteindre les limites extérieures de notre atmosphère, où nous voulons le laisser reposer quelques jours en attendant que nous l'employons à quelque chose de fort joli. Passons à une autre considération.

Notre atmosphère offre presque en tout tems des signes *d'Electricité.* Nombre de Physiciens s'en sont occupés, tels que Le Monnier, Franklin, Saussure, Beccaria, Volta etc. et Richmann, qui fut le victime de cette électricité, la foudre l'ayant tué pendant une de ses expériences. Les résultats de si nombreux travaux de tant d'excellents Physiciens, seroient bien précieux s'il règnoit dans ces résultats l'harmonie désirée. Mais elle manque, cette harmonie, par ce que presque chacun de ces messieurs employoit une méthode et des instrumens différens. Franklin par ex: observoit l'électricité atmosphérique au moyen de cerfs volants qu'il faisoit monter jusqu'aux unes; Volta jettoit une balle de métal en l'air; Richmann avoit un paratonnerre qu'il pouvoit isoler, d'autres une courte pointe de métal sur un électromètre; Cavallo un long bâton comme la verge d'un pêcheur etc. et les électromètres qui devoient mesurer les degrés étoient tout aussi différents les uns des autres. Malgré cela nous pouvons tirer de ces expériences quelques résultats généraux qui ne sont pas sans prix. Les voici:

L'atmosphère est presque toujours dans l'état d'é-

[redacted]

lectricité positive, rarement négative. L'électricité atmosphérique est foible en hyver; elle atteint son maximum au printems et s'affoiblit en été surtout par un tems sec de longue durée. En automne, pendant le tems des pluies abondantes, elle est absolument insensible; lors d'un orage elle est très forte, surtout dans la région des nuages. Elle est sujette à des accroissemens et diminutions périodiques journaillères, périodes qui varient quant au tems selon les saisons.

On a présumé depuis le commencement du 18e siècle que la foudre n'est pas autre chose qu'un phénomène électrique d'une force prodigieuse, et les paratonnerres inventés par Franklin et exécutés pour la première fois en France, en ont fourni la preuve au milieu de ce siècle.

Mr. de R. Honneur et gloire au génie immortel qui a soustrait l'Amérique à la tyrannie angloise et le genre humain aux effets meurtriers de la foudre!

Mr. de V. Le genre humain paroit profiter trop peu de cette grande découverte, la foudre faisant encore bien des ravages. Il est inconcevable que le préjugé contre les paratonnerres soit encore si fort en vogue.

Mr. de P. Ce préjugé se fonde sur une idée fausse que l'on se fait de cet appareil. On s'imagine qu'il doit attirer la foudre de fort loin et que, fatigué de la charge ou du voyage, comme un enfant qui porte un fardeau démésuré, il la laisse tomber sur les maisons voisines.

Mde de L. J'avoue que c'est là à peu près l'idée que je me faisois du paratonnerre.

Mr. de P. Son office est de recevoir les coups de foudre qui tombent dans ses environs, et de nombreuses observations ont prouvé que sa sphère d'activité ne s'étend qu'à 30 ou 40 pieds de distance.

Mais quittons ce sujet pour nous occuper des *Vents* qui balayent l'atmosphère, mélangent l'air des contrées les plus éloignées, purgent celui des lieux où il s'infecte plus qu'ailleurs et établissent par là l'équilibre chimique presque complet que l'on observe dans cette enveloppe de notre globe. Nous avons des vents réguliers et des vents irréguliers.

Le vent régulier le plus important est le *Vent d'Est*, qui parcourt entre les tropiques la circonférence entière du globe pendant toute l'année. Veuillez, messieurs, chercher les causes de ce vent si remarquable.

Mr. de T. Notre atmosphère étant un océan, la lune et le soleil doivent avoir sur elle une influence à peu près égale à celle qu'ils exercent sur l'océan liquide, et produire dans l'air, comme dans la mer, un courant de l'Est à l'Ouest, par les deux raisons dont vous nous avez instruits.

Mr. de P. Cela est fort juste, quoique Alembert et La Place aient prouvé que cet effet de la lune et du soleil n'aillent pas au-delà de $\frac{1}{2}$ ligne de mercure du baromètre. Mais cette demie ligne de mercure équivaut à $6\frac{1}{4}$ lignes d'eau, dont la pression produit une vitesse d'écoulement pour l'eau d'environ 2 pieds par seconde et pour l'air un vitesse beaucoup plus considérable, difficile au reste à calculer. Mais il existe une seconde cause de ce vent, les rayons du soleil.

[redacted]

Le jeune de L. Et, à ce que je crois, comme pour le grand courant de mer, Le soleil échauffant les régions des tropiques plus fortement que toute le reste de la surface du globe, il doit s'établir deux doubles courans d'air des pôles vers l'équateur, par ce que l'air chauffé entre les tropiques s'élève, force celui des contrées voisines des pôles de s'écouler vers l'équateur et s'écoule lui même dans les hautes régions vers les pôles. Or l'air des contrées pôlaires, arrivant dans le voisinage de l'équateur avec trop peu de vitesse de rotation, doit produire un courant de l'Est à l'Ouest bien plus rapide que celui de l'océan, qui ne se forme que par la différence de salure de l'eau.

Mr. de P. Vous prouvez, mon cher, par cette excellente explication, que vous avez parfaitement compris ce que j'ai dit touchant le grand courant de l'océan, Mais les rayons solaires produisent encore d'une autre manière le même effet, que je vais vous décrire. Voyez la figure que je dessine (fig. 72) où le cercle ABDF représente l'équateur de la Terre recouvert de l'atmosphère. Le soleil se trouvant dans la position S au dessus du point A, la chaleur qu'il produit occasionnera deux courans dans l'atmosphère dans les directions opposées a et b. Lorsque par son mouvement diurne apparent il se trouve en S′, il produit dans l'air les deux courans c et d, dont le premier détruit le courant b et lui donne la direction opposée. Ainsi nous avons déja à la surface du globe terrestre un courant d'air decidé de A vers B, c. à. d, de l'Est à l'Ouest. Quand le soleil se trouve en S″ il fait le même effet, détruit le courant d et produit le courant e. Vous voyez

donc que, au bout des premières 24 heures où le soleil a lui, il a dû s'établir un vent général de l'Est à l'Ouest, qui continue et doit continuer aussi longtems que le soleil éclaire et échauffe notre globe.

Mr. de R. Vous voyez, monsieur de G., que la navigation et le commerce entre les deux grands continents de notre globe sont comme prescrits par la Nature, puisque ce bon viellard de Vent d'Est nous invite depuis tant de siècles au voyage d'Amérique.

Mr. de G. Et nous prescrit de rester dans le nouveau monde, puis qu'il nous rend le retour difficile. Ne croyez-vous pas que le bon viellard nous invite sur tout à la traite des Négres puisque son cours principal a lieu de l'Afrique à l'Amérique?

Mr. de P. N'entamons ce pas chapitre, mon cher de G.; car je dois vous mener encore ce soir dans la mer des Indes entre les deux presqu'isles pour y observer avec vous le *Mousson*, vent qui y règne régulièrement dans la direction Nord-Est pendant notre hyver et dans la direction Sud-Ouest pendant notre été.

Mde. de L. Voilà un caprice dont je devinerois sûrement pas la cause.

Mr. de P. Et qu'il me sera difficile de vous offrir d'une manière satisfaisante. Lorsque le soleil se trouve dans la partie australe de son cours, il échauffe cette partie de la mer plus que la partie septentrionale; ce qui produit un vent de Nord, qui, combiné avec le vent général d'Est, produit le vent Nord-Est. Lorsque le soleil est dans la partie boréale de son cours, il

[redacted]

échauffe la partie septentrionale et les presqu'isles plus que la partie méridionale; ce qui produit un vent de Sud . . . .

Le jeune de L. Qui, combiné avec le vent général d'Est, produit le vent de Sud-Est.

Mr. de P. Fort bien; mais il nous faut produire le vent de Sud-Ouest; et voilà la difficulté! On a tâché de la lever en faisant changer la direction de ce vent par la conformation particulière des côtes des presqu'isles et de l'archipel indien; mais j'avoue que cela ne me satisfait pas et que le mousson de Sud-Ouest n'est pas encore expliqué.

Le Comte C. Ces vents de Nord et de Sud, que vous faites naitre sur les côtes des continents par l'action du soleil, devroient, ce me semble, avoir lieu sur toutes les côtes et même avec régularité.

Mr. de P. En effet ils ont lieu sur toutes les côtes et en sens opposé du jour à la nuit. De jour la terre ferme, échauffée à sa surface par le soleil plus que la mer, produit un vent frais de mer; et de nuit, cette chaleur de la surface du continent étant bientôt dissipée, la mer a une température un peu plus élevée que la terre ferme et produit par là un vent de terre.

Enfin j'ai encore à vous parler des *vents irréguliers*; mais j'espère que vous n'exigerez pas que je vous indique l'origine de chacun d'eux, cette origine étant précaire et dépendante de causes qui souvent devroient être cherchées à mille lieues de la contrée où règne tel ou tel vent. Ce qui j'ai eu l'honneur de vous dire sur la Météorologie en général, au commencement de cette

soirée, doit me dispenser de ce devoir et m'impose en même tems celui de vous instruire généralement des principales causes de ces vents. Nous trouvons ces causes dans la nature du terrain qui, de couleur sombre ou claire, à nud ou couvert de forêts, sec ou humide par la proximité de grandes nappes d'eau, s'échauffe plus ou moins par l'action du soleil. Nous les trouvons dans les chaines de montagnes qui, éclairées par le soleil d'un côté et pas de l'autre, offrent deux températures dont l'effet est nécessairement un vent quelconque, et qui par leur position et leur hauteur arrêtent des vents déja existants ou bien en changent plus ou moins la direction. Nous les trouvons dans les nuages, qui ombragent certaines contrées, y produisent une température moindre que celle des contrées voisines qui ne sont pas ombragées. Nous les trouvons surtout dans les opérations chimiques de l'atmosphère où l'eau et l'air lui-même changent de forme, tantôt lentement tantôt subitement, et diminuent ou augmentent le volume d'air de la contrée où elles ont lieu. Et si l'on considère que toutes ces différentes causes ont lieu simultanément et que chaque effet devient à son tour une cause, on concevra aisément que l'atmosphère terrestre, à la hauteur où tous ces phénomènes particuliers ont lieu, doit offrir le tableau d'une agitation presque perpétuelle dans mille sens différents.

Le Comte C. Vous restreignez avec raison cette turbulence de l'atmosphère à une certaine hauteur; car je me souviens d'avoir lu que Humboldt est de l'opinion que le domaine des nuages et des vents n'excède pas une hauteur de 5 à 6 mille toises.

[redacted]

Mr. de P. L'océan a des limites encore plus étroites pour ses mouvemens. Les orages et le flux de la mer ne sont sensibles qu'à de petites profondeurs; et il doit règner plus bas une tranquillité presque absolue, qui est à peine troublée par le très foible courant de l'équateur aux pôles, qui peut-être n'atteint pas une profondeur de mille toises.

Mr. de L. Ainsi l'homme se trouve, sur mer comme sur terre, placé au milieu du théatre le plus mobile, le plus turbulent des opérations de la Nature. Doit-on donc s'étonner si, né avec un esprit scrutateur et une âme douée de passions, il est inquiet, remuant, passionné, la proye de tant d'orages physiques et moraux. La nature entière, dont il fait partie, n'existe que dans ce conflit de causes et d'effets, de mouvemens contraires, de transmutations sans nombre, qui se croisent, se brisent les unes contre les autres, se produisent et se détruisent mutuellement, par ce que, la vraie existence ne réside que dans l'activité. La vie seule produit la vie.

Le Comte C. Assurément. Mais l'homme possède dans son intérieur quelque chose qui l'élève souverainement au dessus de la matière, qui le rapproche de la Divinité. C'est notre sainte Religion, qui le transporte sur les ailes d'un sentiment sublime hors de la sphère turbulente de la Nature physique et morale et calme par là les orages de son coeur en même tems qu'elle laisse à son esprit tout l'essor dont il est susceptible.

Cent quatrième entretien.

Mr. *de P.* Après avoir considéré l'atmosphère sous tous ses rapports connus, nous pouvons nous hazarder à tenter l'explication de quelques uns des phénomènes nombreux et variés que cet océan nous offre; phénomènes qui ont tant d'influence sur notre physique et souvent sur notre moral. Nous commençons par les *météores aqueux*, que nous devons tous aux transformations de l'eau. D'après ce que j'ai eu l'honneur de vous dire dans un de nos entretiens précédens touchant les hypothèses sur l'évaporation et la précipitation de l'eau, hypothèses qui ont servi de base aux systèmes météorologiques de leurs auteurs, je n'ai qu'un mot à vous dire sur ces systèmes en général.

L'hypothèse, qui n'admet que le calorique pour agent dans ces phénomènes, ayant été trouvée insuffisante pour rendre raison de toutes les transformations de l'eau que nous connoissons, ne peut nullement servir à elle-seule de base au système des météores aqueux. Saussure, qui avoit ajouté au calorique l'air atmosphérique lui-même comme dissolvant, supposa que l'Élec-

[redacted]

tricité achèveroit ce que le calorique et l'air laissoient encore à faire, mais ne put construire le mécanisme dont il avoit besoin. De Luc, opiniâtre à ne pas reconnoître l'existence de l'oxigène dans l'air et l'eau, et supposant que ces deux fluides sont deux substances simples qui se changent, l'air en eau et l'eau en air, supposa gratuitement deux nouvelles matières impondérables pour opérer cette double transformation, sans pouvoir baser cette supposition sur aucun fondement. Votre Professeur a ajouté au calorique l'influence de l'oxigène atmosphérique et établi sur cette double base, dont l'existence n'est pas douteuse, son système météorologique, qu'il va avoir l'honneur de vous présenter dans sa plus grande simplicité, sans vous ennuier des controverses nombreuses aux quelles il a donné lieu.

Mr. de L. Ainsi cette fois-ci nous croirons sans voir, et votre système sera pour nous au article de foi.

Mr. de P. (*souriant.*) Vous êtes, Général, si réputé pour la facilité de votre croyance, que vous devez être charmé de la mettre une fois au jour dans nos entretiens.

Mr. de L. Pourquoi enchérissez-vous, monsieur de P., sur mon mari en fait de méchanceté?

Mr. de P. Par ce que je lui suis d'ailleurs inférieur en tout. — Mais entrons en matière. Permis au reste à chacun de mes très honorés auditeurs de croire ou de ne pas croire.

L'atmosphère est dans un état constamment variable quant à l'évaporation et la précipitation de l'eau.

Les variations continuelles de nos instrumens météorologiques, du thermomètre, du baromètre, de l'hygromètre, l'aspect des nuages, la plus ou moins grande clarté de l'air et les vents — tout nous prouve cette continuelle vaccillation de l'état de l'air, causée par toutes les circonstances locales et accidentelles. Ces circonstances sont le passage du jour à la nuit et de la nuit au jour, qui nous enlève et nous rend alternativement toute l'influence des rayons solaires sur la terre et l'eau, sur l'atmosphère et les nuages et sur la végétation — les différences de température locales occasionnées par la nature et la couleur du sol, qui est tantot solide, tantôt liquide, ici couvert de plantes et là à nud — les nuages qui couvrent souvent des contrées entières et diminuent de jour par l'interception des rayons solaires le procès végétal qui produit l'oxigène — les vents qui ammènent des contrées éloignées des atmosphères plus chaudes ou plus froides, plus ou moins imprégnées d'eau, plus ou moins chargées d'oxigène, ou d'acide carbonique ou de gaz hydrogène carboné — le changement de saison qui nous offre en été la végétation dans sa plus grande force, en hyver l'absence totale du procès végétal, en automne la pourriture des plantes annuelles et au printems celle des feuilles d'arbres — etc. etc.

L'évaporation de l'eau est toujours invisible, et nous ne voyons l'eau évaporée que lorsqu'elle est déjà précipitée, en partie dans les brouillards et les nuées, tout-à-fait dans la pluie et dans la neige. L'évaporation se fait par le calorique et le gaz oxigène pendant

les saisons où il ne gèle pas; en hyver, lorsque la terre et l'eau sont couvertes de neiges et de glàces, c'est l'oxigène atmosphérique seul qui produit l'évaporation; ce qui a été prouvé autrefois, lorsque nous avons statué une *évaporation physique* et une *évaporation chimique*, la première comme produit du calorique, la seconde comme produit du gaz oxigène.

Les *nuages* sont de la vapeur vésiculaire. L'eau dont ils se forment se vaporise par le calorique et se dissout par le gaz oxigène. Tant qu'il existe assez de ces deux dissolvants, l'eau contenue dans l'air et combinée avec le gaz oxigène et le calorique, est invisible et s'élève en vertu de la pesanteur de l'air, qui surpasse celle de l'eau dans cet état. Cette ascension s'étendroit jusqu'à une hauteur indéfinie, si la température du milieu où elle se fait ne diminuoit de bas en haut. Cette eau combinée doit donc trouver à une certaine hauteur une couche d'air où la diminution du calorique produit une précipitation d'eau, soit immédiatement, soit médiatement en affoiblissant la force de solution du gaz oxigène. Là il doit donc se former de la vapeur vésiculaire, qui doit se tenir à la même hauteur tant que les circonstances ne changent pas, de même qu'un ballon aérostatique, lorsqu'il est monté à la hauteur où il se trouve en équilibre avec la pesanteur spécifique de la couche d'air dans la quelle il nage. Mais si les circonstances changent, si la température baisse ou s'élève, si la formation du gaz oxigène diminue ou augmente, alors le nuage non seulement s'élèvera davantage ou s'abaissera, mais aussi il pourra diminuer ou augmenter de masse et de surface. Ajoutez à cela

que, lorsque le nuage devient plus opaque, c. à. d. lorsque la pellicule d'eau de chaque vésicule devient plus épaisse par la condensation d'une partie de la vapeur qu'elle contient, il se produit un surplus de température qui dilate la vésicule et l'air ambiant et fait remonter l'une et l'autre. Si vous ajoutez à ces considérations celle des vents qui transportent les nuées dans des contrées plus froides ou plus chaudes, et l'influence de la moindre pression de l'atmosphère dans les contrées élevées, qui favorise la vaporisation de l'eau, vous concevrez que les nuages doivent continuellement changer de hauteur, de masse, de figure, de transparence et nous offrir ce tableau mouvant que nous observons réellement, où la lumière et les couleurs, à raison de la variéte des réfractions, jouent leur rôle comme les formes.

La hauteur à la quelle se forment les nuages doit en outre varier selon les climats. On prétend avoir observé des nuages qui n'avoient que 600 pieds d'élévation. Humboldt assigne les limites d'élévation des nuages entre les tropiques à 600 toises et à 4000 toises au dessus de la mer, et la région des orages entre 1000 et 1800 toises. On peut admettre avec assez de vraisemblance que ces hauteurs pour les autres contrées du globe suivent la loi du climat géographique, et que pour une latitude de 45 degrés on pourra prendre la moitié de ces élévations.

Les *Brouillards* sont des nuées qui se forment dans la partie inférieure de l'atmosphère, de la vapeur vésiculaire trop pesante pour pouvoir s'élever. La plus simple expérience prouve que si l'on enferme sous une

[redacted]

cloche de verre un ou plusieurs végétaux, sa surface intérieure se couvre bientôt de gouttes d'eau évaporée et ensuite précipitée, de jour comme de nuit. Ce qui prouve que le calorique vaporise plus d'eau que la couche d'air ne peut contenir, et que parconséquent c'est au gaz oxigène que nous devons l'ascension de la vapeur qui forme les nuages à de grandes hauteurs. Car à mesure que la vapeur se forme elle se combine avec le gaz oxigène, au moins en partie, et monte avec lui, ou plutôt par lui, en vertu de l'affinité qui produit la marche chimique de bas en haut, qui n'auroit pas lieu, le calorique ne suffisant pas pour conserver la forme élastique à toute la vapeur qu'il produit. Aussi est-ce en automne surtout que nous avons des brouillards, c. à. d. lorsque l'acte végétal a perdu de son intensité et produit moins de gaz oxigène. En hyver, lorsque la terre est couverte de frimats, nous n'avons que peu de brouillards, par ce qu'à toute température au dessous de zéro il ne se fait d'évaporation que par l'action chimique du gaz oxigène qui ne se charge pas de plus d'eau qu'il ne peut dissoudre; et les légers brouillards que l'on observe lorsque le froid devient plus rigoureux, proviennent de ce que ce plus grand froid diminue d'un peu la force dissolvante de l'oxigène.

La Nature nous découvre le secret de ce jeu dans des miniatures de brouillards qui se forment dans les soirs d'été au dessus des marais. Lorsque le soleil est prêt à se coucher, on voit de petits brouillards se former au dessus de la surface mouillée, sans la toucher; il reste, entre l'eau et les plantes d'un côté et le petit brouillard de l'autre, un espace de quelques pouces ab-

solument transparent, qui disparoit en quelques minutes dès que le soleil n'éclaire plus cette surface. Comment expliquerons-nous ce joli petit phénomène?

Mr. de G. On pourroit supposer que la température du sol est encore assez considérable pour tenir l'eau de cette couche d'air en état de vapeur élastique jusqu'à cette petite hauteur, mais que, plus haut, la diminution rapide de la température ne suffit plus. C'est au moins l'explication qu'on pourroit en donner dans le système du calorique.

Le Comte C. Mais nous venons de voir (ce que tout jardinier peut observer chaque jour) qu'une plante, placée dans de la terre ordinaire, fournit plus d'eau évaporée par le calorique que l'air de la cloche ne peut contenir, quoique la cloche de verre retienne la plus grande partie de la température de la terre, qui sans elle se perdroit dans les régions supérieures. Que ne sera-ce pas si la plante se trouve dans un marais? Il est évident que l'oxigène produit par les plantes peut seul expliquer ce fait.

Mr. de L. En effet le soleil couchant, dont les rayons frisent la surface de la terre, n'y produit plus de chaleur; mais dans cette position il darde ses rayons perpendiculairement sur les plantes et en extrait encore du gaz oxigène, qui peut suffire à dissoudre l'eau qui s'élève jusqu'à une petite hauteur. Aussi, dès que le soleil est au dessous de l'horizon de ces plantes, cette action cesse, sans qu'on puisse prétendre que la température se soit abaissée sensiblement.

Mde. de L. Pour cette fois voilà mon cher époux converti, devenu croyant!

[redacted]

Mr. de L. Ce n'est pas de la croyance; je vois la chose clairement.

Mr. de P. Un autre phénomène semblable y jettera un nouveau jour. Sortez un matin d'été où l'atmosphère est tranquille, peu avant le lever du soleil, et dans une contrée où se trouve une forêt à quelque distance. Vous verrez cette forêt couverte d'un brouillard plus ou moins léger, qui s'est formé pendant la nuit. Le brouillard touche la cime des arbres; mais dès que le soleil éclaire cette cime vous voyez se former une couche d'air transparent qui augmente petit à petit d'épaisseur; le brouillard semble se détacher de la forêt. Cependant il ne s'élève pas en effet (comme ou le croit communément) mais il diminue seulement de bas en haut; effet qu'on ne peut attribuer qu'à la production du gaz oxigène par les rayons solaires.

La *Rosée* est quelques fois un brouillard précipité. Mais elle se forme aussi très souvent sans brouillard. L'eau qui s'évapore de la terre perd sur le champ sa forme élastique non seulement par ce que la température de l'air est plus froide, mais aussi par ce que les plantes ne fournissent pas de gaz oxigène pendant la nuit, mais exhalent de l'acide carbonique qui, si l'air est tranquille, s'arête dans la couche la plus inférieure de l'atmosphère et en éloigne, au moins en partie, l'air atmosphérique proprement dit.

Le *Givre*, qui forme en hyver ces jolies végéta- [illegible] de glace qui ornent les arbres et les plantes et [illegible] quelque sorte une végétation particulière sur [illegible] est un brouillard gelé, non dans l'air mais

sur les corps solides qu'il touche, par ce qu'il ne se fait de règle aucune congélation d'eau que par l'intervention d'un corps solide qui fournit la première base au premier cristal. Le givre est très abondant lorsque la gelée succède subitement à un dégel; mais il se forme aussi, quoique bien plus faiblement, sans dégel, lorsque l'air, saturé d'eau par l'évaporation chimique, se réfroidit. Car cette diminution de température diminue la force dissolvante de l'oxigène de l'air et précipite une petite partie de l'eau qu'il tenoit en solution.

Le givre, qui se dessine si joliment en cristaux très variés sur la surface intérieure de nos vitres, est le brouillard de nos chambres, qui se cristallise par le froid des vitres. J'ai suivi la formation successive de ces cristaux, et c'est là que j'ai puisé les premières notions sur le rôle de l'Électricité dans l'acte de la cristallisation.

Mde. de L. Ce dont je suis très reconnoissante au givre de nos fenêtres, puisque vous avez bien voulu me faire part de ces notions.

Mr. de P. C'est bien à moi, madame, à offrir cet hommage au givre, puisque j'ai eu certainment plus de plaisir à vous dire le peu que je sais sur la cristallisation, que vous à l'entendre. Mais passons à d'autres météores.

La *Pluie* est une précipitation des nuages, la transformation de la vapeur vésiculaire, qui les composoit, en eau. Ce changement n'est proprement que la continuation du procès qui a formé le nuage. La formation des gouttes, souvent très grosses, s'expl-

[redacted]

la réunion d'une grande quantité de ces gouttes presque infiniment petites, qui naissent de la précipitation de chaque vésicule de vapeur à part. Mais cette réunion ne se fait pas en direction horizontale, d'abord par ce qu'il n'y a aucune raison qui cause une attraction mutuelle de deux ou plusieurs de ces gouttes infiniment petites, mais surtout par ce qu'il existe une cause bien marquée qui les tient éloignées l'une de l'autre, l'Électricité de même espèce qui se forme dans chaque goutte par le changement de la vapeur en eau. Ainsi cette réunion ne peut se faire que dans la direction de la verticale; et cela de la manière suivante: Le nuage se trouvant chargé de plus d'eau que le calorique et l'air ne peuvent tenir à l'état élastique et à l'état de vapeur vésiculaire, il est naturel que la condensation ultérieure se fasse au bord supérieur du nuage, où la température est moindre que plus bas. Les gouttes d'eau infiniment petites, qui résultent de cette condensation, tombent verticalement au travers de la nue, s'accrochent par leur adhésion aux pellicules d'eau des vésicules encore flottantes, déchirent ces pellicules, se grossissent de l'eau qui les formoit et rendent libre la vapeur que les vésicules contenoient. Ce grossissement augmente non seulement en raison de l'épaisseur du nuage, mais aussi en raison du carré du diamètre grossi des gouttes, dont la surface se trouve dans cette proportion en contact avec plus de vésicules. La vapeur élastique, dégagée et déchargée des pellicules d'eau qui la retenoient à cette profondeur, s'élève dans une plus haute et plus froide région, où il se forme un nouveau nuage ou même, selon les circonstances, une

nouvelle pluie qui succède à la première et peut détruire complettement le nuage primitif, qui, à coup-sûr, se trouve beaucoup moins dense qu'auparavant.

Mde. de L. Cette mécanique me plait, quoiquelle me paroisse un peu compliquée.

Mr. de P. Je puis vous citer un phénomène observé par plusieurs Physiciens anglois et Bugge à Copenhagen, qui vient à l'appui de cette construction de la pluie: c'est que de deux Ombromètres, dont l'un est placé près de terre et l'autre sur un point élevé, le premier fournit de règle plus de pluie que le second; ce qui ne peut s'expliquer qu'en admettant que les gouttes tombantes se grossissent de l'eau des vésicules qui s'accrochent à elles; ce qui s'accorde parfaitement avec l'observation de Saussure que les hygromètres, placés près de terre, annoncent de règle plus de degrés de sec pendant la pluie qu'auparavant. Les mêmes Physiciens anglois ont observé que quelquefois, mais très rarement, l'ombromètre supérieur livre plus d'eau que l'inférieur; ce qui ne peut avoir lieu que dans le cas où les couches inférieures de l'atmosphère contenoient moins d'eau qu'elles ne pouvoient contenir et que les gouttes tombantes s'y sont évaporées en partie. Mais alors sûrement l'hygromètre indiquera pendant et après la pluie plus d'humidité qu'avant. — Je pourrois ou devrois peut-être entrer dans beaucoup plus de détails touchant la pluie; mais je crains, madame, de vous fatiguer par des objets de discussion qui n'intéressent proprement que le Physicien.

La *Neige* est un givre produit en plein air, une

étoile de cristaux composée ordinairement de six plumes cristallisées sous des angles de 60 degrés. Cette cristallisation de l'eau dans l'air doit surprendre le Physicien, qui sait que d'ailleurs l'eau ne se cristallise qu'à la faveur de points fixes. Je ne puis rien dire là-dessus, si non que c'est peut-être une loi de la cristallisation, que les cristaux plumacés peuvent se former dans les fluides sans points fixes; au moins en avons-nous un exemple dans les cristaux plumacés du sulfate de potasse qui se forment dans notre appareil chimique, où l'acide sulfurique se trouve placé sous la solution de potasse. La neige nous offre souvent des flocons composés de plusieurs étoiles plumacées; ce qui prouve qu'elle augmente de volume de la même manière que la pluie, c. à. d. en tombant au travers de la nuée.

La *Grèle* est une pluie gelée. Au reste il ne faut pas s'imaginer que le grain de grèle soit une goutte de pluie gelée tout d'un coup. De Luc a observé que presque tous les grains ont un petit flocon de neige pour noyau et qu'ils sont composés comme d'enveloppes de glace et non d'une masse tout-à-fait homogène: ce qui indique une formation successive, prouvée en outre par la grosseur que la grèle a souvent, grosseur qui dépasse si fort celle des gouttes de pluie. L'on a observé que la grèle n'a jamais lieu de nuit. La lumière seroit-elle, [illegible]me agent chimique, nécessaire à sa formation?

Mr. de L. Ces météores aqueux se ressemblent [illegible] au mode et à la lenteur de leur formation, [illegible] de l'orage et de la foudre, pour animer no-[illegible]

Mr. de P. Volontiers, mon Général; mais ne vous attendez pas à beaucoup de fracas. Je ne suis pas disposé à faire des descriptions poëtiques.

L'Orage est un composé de plusieurs phénomènes qui varient très fort entre eux quant à leur intensité absolue et rélative, Il est précédé d'une chaleur fatiguante, presque étouffante, et d'un ciel sans nuages. L'air est tranquille mais pas clair; une espèce de brouillard sec y règne. Les plantes commement à flétrir et les animaux éprouvent une lassitude accablante. Lorsque l'orage se forme sur notre horizon, on voit d'abord un nuage presque inperceptible, qui nait et s'agrandit à vue d'oeil, de sorte qu'au bout d'une heure il peut avoir couvert tout l'horizon. Souvent il nait plusieurs orages à la fois, qui se réunissent, au moins en apparence, sans au reste cesser d'être actifs du côté où ils ont pris naissance. D'autres fois les orages, c. à. d. les nuages d'où partent la pluie, la foudre et le tonnerre, arrivent déja tout formés et s'emparent de notre horizon. Les nuages orageux se tassent ordinairement en masses opaques dont la couleur parcourt différentes teintes de gris jusqu'au bleu foncé en nuances fortement prononcées et souvent tranchées par un nuage d'un blanc brillant ou d'un jaune lugubre et sinistre. Des percées de vue offrent quelquefois l'azur du ciel dans toute sa beauté.

Lorsque le nuage orageux a déja acquis quelque étendue, l'on voit de foibles éclairs qui ressemblent assez aux éclairs de théatre. Petit à petit ils deviennent plus énergiques et prennent le caractère de la foudre en sillonnant l'air dans des directions marquées. Sou-

[redacted]

vent ces foibles éclairs ne paroissent pas, peut-être par ce qu'ils se forment derrière le nuage, et l'orage commence quelquefois par un violent coup de foudre suivi de tonnerre. Une pluie abondante ne tarde pas à paroitre et s'accroit avec le reste de l'orage qu'accompagnent souvent des vents très forts, des ouragans même. Enfin certains orages produisent la grêle; et ce ne sont pas ceux qui occupent le plus d'espace, mais plutôt ceux qui sont resserrés, dont les nuages sont compactes et offrent beaucoup de teintes jaunes, et dont les foudres sont très énergiques. Après une décharge d'eau plus ou moins copieuse et des explosions électriques plus ou moins fréquentes et vigoureuses, le phénomène s'affoiblit petit à petit et cesse enfin; le ciel devient serein, plutôt orné que chargé de quelques nuées, que le dernier vent qui a régné pendant l'orage, fait passer sur nos têtes. La nature entière est restaurée; l'air est raffraichi; la terre crevassée auparavant par la sécheresse, est imbibée d'eau et se referme; les plantes reprenent leur vigueur, les feuilles se relèvent et les fleurs répandent leurs parfums en abondance; les animaux sont redevenus gais et prestes, et l'homme, témoin et admirateur de ces effets imposants et salutaires, rend graces à l'auteur de la Nature pour les bienfaits de l'orage.

Le caractère le mieux prononcé de ce météore et le plus important pour le Physicien, est son origine, la formation rapide du nuage orageux au milieu d'un ciel tout ouvert, et après plusieurs jours clairs, chauds, continuellement éclairés des rayons solaires. D'où vient l'eau qui forme ce nuage, celle qui en découle et in-

tionde la contrée, quantité qui surpasse souvent de beaucoup celle que la colonne d'air de toute la hauteur de l'atmosphère jusqu'aux nues peut contenir? Voilà la première question à examiner. La nuée orageuse, naissant dans un certain point et s'accroissant par elle-même, il faut que sa cause soit absolument locale. Nous avons vu se former les autres nuages en grandes musses d'abord légères, puis croitre et décroitre lentement par l'effet d'un abaissement de température au d'une moindre production de gaz oxigène, et toujours accompagnés de vent. Mais ces deux causes ne sont pas applicables ici, où le météore nait dans un seul point et au milieu d'un air calme, où il s'accroit avec tant de vitesse et offre tant de phénomènes brusques. C'est donc à la surface de la terre que nous devons en chercher la cause. Et quelle autre pourroit-on assigner hors un dégagement de gaz ou une exhalaison de substances capables de combiner le gaz oxigène avec une certaine rapidité? Il existe tant de ces exhalaisons opérées par la putréfaction et d'autres causesque nous ne connoissons pas encore, mais qui se manifestent par des maladies locales, qu'il doit être permis de chercher dans ces substances la cause première de notre phénomène, d'autant plus que la grande chaleur qui précède l'orage, favorise singulièrement ces exhalaisons, et que, selon le témoignage de De Luc, l'air de la région des nuages n'offre aucun changement de température ou de sécheresse avant et pendant la formation de la nuée orageuse. Représentons nous l'air de cette région chargée d'eau tenue en solution jusqu'au maximum par le calorique et le gaz oxigène. Il suffit d'un petit marais

[redacted]

presque desséché par l'ardeur du soleil; il suffit peut-être d'un corps mort de bétail ou autre pour y porter pendant le calme de l'air des gaz qui s'emparent de l'oxigène et précipitent par là l'eau qu'il tenoit en solution. Ce double procès, la décomposition du gaz oxigène et la réduction de la vapeur, produisent de l'électricité et voilà le premier éclair, peut-être invisible à cette distance. La mer elle même offre, surtout près des côtes et sur les bas fonds, assez de procès semblables.

Le Comte C. Je ne me souviens pas d'avoir lu ou entendu des marins parler d'orages qu'ils ont essuiés en pleine mer, loin des continents et des isles, quoiqu'il soit assez souvent question de tempêtes.

Mr. de P. Une explosion électrique décompose, selon van Marum le gaz oxigène pur et réunit cette substance à l'eau. On sait de même qu'elle forme de l'acide nitreux par la réunion de l'oxigène à l'azote. Ces nouvelles destructions du gaz oxigène précipitent de nouveau la vapeur qu'il contenoit et augmentent la masse du nuage. Ce double procès reproduit de nouvelles décharges électriques qui augmentent de force avec le volume du nuage, et occasionnent de nouvelles décompositions. Ainsi ce grand phénomène a en soi-même la source de son agrandissement. Les éclairs deviennent enfin des foudres; le gaz azote, privé du gaz oxigène et par là plus léger que l'air atmosphérique, s'élève plus haut, quittant le théatre de ce grand procès et faisant place à d'autre air atmosphérique, qui apporte son oxigène et son eau sur ce

théâtre. Ainsi la pluie, qui tombe à verse sur la contrée couverte par le nuage orageux, n'est pas seulement l'eau qui étoit contenue dens la colonne d'air occupée par l'orage; mais celle que contenoit l'atmosphère voisine à peut-être vingt lieues à la ronde. Ajoutez à ces phénomènes la remarque importante que la dilatation brusque, causée par la disparation subite du gaz oxigène et de la vapeur physique et chimique de l'eau, doit causer un froid considérable qui décompose à son tour la vapeur vésiculaire. Et si vous vous ressouvenez de la grande quantité de chaleur causée par la compression subite de l'air, vous coucevrez qu'une dilatation aussi subite doit produire un froid perçant; et la formation de la grèle, au milieu de l'été et pendant la plus grande chaleur du jour, ne vous sera plus une énigme. Les décompositions énormes de gaz oxigène et de vapeur élastique, de même que l'ascension du gaz azote, produisent un vide considérable dans la région de l'orage, qui doit être remplacé par l'air des contrées voisines; de là ces vents, ces ouragans, dont la vitesse est proportionnée à la rapidité de ces décompositions chimiques, et qui ammènent à chaque instant de nouvelles matières à décomposer et nourrissent pour ainsi dire ce procès gigantesque. Mais petit à petit l'air arrive de contrées où il est moins imprégné d'eau et par-conséquent moins propre à soutenir la durée de l'orage, qui s'affoiblit et cesse enfin, faute d'aliment suffisant.

Si l'étincelle d'un conducteur électrisé se fait entendre dans une chambre, on ne sera pas étonné que la foudre, étincelle qui peut avoir mille toises de longueur,

[redacted]

son causé dans le dernier quart de seconde sera celui que nous entendrons le plus tôt et le plus fortement, c'est ce son fracassant et effrayant qui annonce un malheur. Celui qui se forme plus loin de nous vient après, et vous concevez donc que, pour les dimensions adoptées, le bruit d'un seul coup de foudre peut durer 4 à 5 secondes et doit diminuer de force de moment en moment. Et comme la foudre n'arrive presque jamais en ligne droite, mais en zig-zag, sa distance à différents points et à différents tems de sa course n'est pas la même que si elle arrivoit en ligne droite, et le bruit doit nous parvenir dans des intervalles inégaux marqués par une force inégale de ce bruit. Ce qui est conforme à l'observation.

Mr. de T. Et très clair pour moi.

Mr. de P. Je vais donc terminer notre entretien sur les météores aqueux par la description des *trombes*, phénomène d'orage, au quel nous ne comprenons absolument rien. C'est une nuée épaisse qui s'allonge en pointe vers la terre, formant comme une trompette, dont la masse se tourne avec rapidité sur elle-même et produit par là un vide dans le quel l'air se précipite de bas en haut. Lorsque la pointe atteint la mer ou toute autre nappe liquide, l'eau monte dans cette espèce de pompe centrifuge et se confond avec la trombe. Si sa marche la conduit sur la terre ferme, (car la trombe [illegible] vent) alors elle arrache plantes, buissons, ar- [illegible] toits de maisons et laisse comme trace un large et profond sillon dans la terre. Tous ces objets, tour- [illegible] avec elle, ne sont rendus à la terre qu'au [illegible] où ce météore cesse. Il se forme quelquefois

plusieurs trombes en même tems; qui ont toutes leur cône dans la même nuée. Elles finissent par une abondante pluie, une versée dont les gouttes sont beaucoup plus grosses que celles de la plus forte pluie d'orage. Demain nous parlerons des météores ignés.

Mr. de R. Vous ferez fort bien; car après nous avoir trempé dans les nuages, les brouillards, les pluies et les trombes, il est juste que vous nous fassiez du feu pour nous sécher.

[redacted]

Cent cinquième entretien.

Mr. *de P.* Les *météores ignés*, sur les quels notre entretien d'aujourd'hui roulera, sont intéressants non seulement par les singularités surprenantes qu'ils nous offrent, mais aussi par le nombre d'hypothèses encore plus singulières qu'ils ont fait naitre. Car le champ que nous parcourrons est un pays de fées, où tout se fait à l'improviste et par un mécanisme inconnu. Commençons par les *étoiles volantes* dont chacun de nous en a sûrement vu quelques unes. Jusqu'en 1798 on s'étoit peu soucié d'elles. C'est de cette année, où Benzenberg et Brandes les observèrent pendant des nuits entières, que dâtent nos connoissances précises sur les étoiles volantes. Ces deux excellents Atronomes nous ont appris que, pendant mainte nuit, il a passé jusqu'à [illegible] de ces météores par leur horizon, et cela dans toutes les directions imaginables. Leur nombre n'est pas toujours aussi considérable; il varie très fort et sans aucune règle.

Mde. *de L.* Comment aussi vouloir assujettir l'apparition des feux-follets à une règle quelconque?

Mr. *de P.* Pardon, madame. Veuillez ne pas

confondre les étoiles volantes avec les feux-follets. Ceux-ci sont des exhalaisons, apparemment de gaz hydrogène phosphoré, qui s'enflamment dans notre voisinage, tandis que celles-là paroissent et se meuvent à des hauteurs énormes et avec une vîtesse encore plus incompréhensible. La moins élevée observée par les deux Astronomes n'étoit pas à moins d'un mille géographique au dessus d'eux, et la hauteur de la plus élevée a été calculée à 80 milles, et leur vîtesse à 4, 5 et 6 milles par seconde. Leur grosseur ne peut être mesurée par ce que ces étoiles ne paroissent que comme un point brillant et qu'on ne peut pas appliquer le télescope, leur arrivée n'étant annoncée par aucun indice. Au reste on peut supposer avec Benzenberg que, vu leur grande distance de nous, quelques unes peuvent avoir 100 toises de diamètre et même davantage.

Mr. de T. Comment mesure-t-on ces distances et ces vîtesses? Je sais comment la Géométrie mesure des distances dont l'extrémité est un point fixe. Mais ces chevaliers errants, qui ne nous honorent que quelques instans de leur présence, semblent se soustraire à tous nos instrumens.

Mr. de P. La seule méthode que l'on ait est un peu ennuieuse, un peu fatiguante, un peu longue à calculer et un peu incertaine.

Mr. de R. Toutes très mauvaises qualités.

Mr. de P. Vous allez en juger. Les deux observateurs, qui se placent à une distance mesurée l'un de l'autre, se couchent par terre, le visage tourné vers le ciel et attendent patiemment l'arrivée de ces hôtes. Cela n'est pas amusant. Ils ont chacun une montre

[redacted]

astronomique bien réglée, qu'ils observent dès qu'il paroit une étoile volante. A l'instant où ils la voyent ils doivent observer le point du ciel où elle leur apparoit, point déterminé par les étoiles fixes. Puis ils appliquent à ces données de lieu et de tems un calcul compliqué qui fixe l'éloignement de l'étoile à peu près. Le chemin que fait l'étoile se trouve en observant également le lieu apparent de sa disparition; ce qui fournit l'angle visuel de son cours et parconséquent (si la distance à l'observateur est connue) la vraie longueur du chemin; et comme la montre a livré la durée de ce chemin, la vitesse se calcule sur ces deux données.

Les étoiles volantes ne sont pour notre oeil qu'un point brillant. Mais plusieurs ont une queue qui ne paroit que comme une ligne un peu moins lumineuse que l'étoile, queue qui tantôt adhère à son chef, tantôt se tient à une distance respectueuse de lui.

Que pensez-vous, madame, de cette nouvelle peuplade dont je viens de vous faire faire la découverte dans de si hautes régions de l'atmosphère?

Mde. de L. Que chaque coup-d'oeil dans la Nature nous invite à nous prosterner devant son Créateur tout-puissant. A présent que je connois ces milliers, que dis-je? ces millions d'étoiles volantes, je sens que, si elles n'existoient pas, il manqueroit à l'aspect du ciel quelque chose qui fit contraste avec la stabilité imperturbable des étoiles et l'ordre immuable de leur apparition.

M. de P. Les *Globes de feu* sont un phénomène [illegible] du précédent, quoique bien plus rare, [illegible] ignées d'une grandeur visible très

notable. Les plus grands ont un diamètre apparent égal ou même plus grand que celui de la lune. Leur lumière est plus ou moins rougeâtre et quelquesfois étincelante. Leur course a lieu, comme celle des étoiles volantes, dans toute sorte de directions; elle est quelquefois horizontale, mais le plus souvent inclinée vers la terre. Les uns terminent leur carrière par une explosion accompagnée de vapeurs et de fumée, d'autres s'éteignent sans bruit. Quoique ces météores nous paroissent si grands; leur distance à nous n'est pas petite. Le globe de feu observé à Paris en 1771 fut vu d'abord à une hauteur de plus de 40000 toises, éclata à environ 20000 toises et son diamètre fut évalué à 3000 pieds. D'autres arrivent jusques à la terre, y causent maints dégats et laissent après eux une odeur de soufre. Les uns ont une vitesse comparable à celle des étoiles tombantes, d'autres une bien moindre. Lorsqu'ils traversent un nuage épais ils y causent des changemens marquants. Leur marche s'annonce quelquesfois par un bruit qui ressemble assez aux éclats et au roulement du tonnerre, bruit que nous pouvons attribuer avec vraisemblance à des explosions partielles, d'autant plus qu'on voit quelquefois sortir du globe des jets de lumière et même de petits globes de feu avant l'explosion qui met fin au phénomène.

Mde. de L. Vous avez bien raison de dire que les hautes régions de l'atmosphère sont un pays de fées, tant ce que vous nous racontez est surprenant. Mais ne trouve-t-on pas de vestiges de ces globes de feu après qu'ils ont disparu?

Mr. de P. Les uns, madame, disparoissent sans

[redacted]

bruit, s'éteignent sans laisser d'autres traces de leur apparition qu'un peu de fumée et l'odeur de soufre. Mais d'autres nous régalent d'une grèle de pierres brûlantes, à qui on a donné le nom *d'Aérolytes*, que nous voulons traduire par le mot: pierres tombées du haut de l'air, afin de ne mêler aucune hypothèse à leur nom.

Le Comte C. **Je suis charmé que nous arrivions à ces pierres mystérieuses dont on a tant parlé, raisonné et, je crois, déraisonnée.**

Mr. de P. Les Anciens connoissoient déja ces pierres et les nommoient Baetylies; les Chroniques du moyen âge en font également mention. Les fables dont nos pères brodoient leur apparition, avoient fait croire que leur apparition même n'étoit qu'une fable. Mais dans ces derniers tems nous avons déja rassemblé près de cent faits bien attestés, qui prouvent qu'en effet il tombe des pierres du ciel, et qu'elles arrivent la plûpart en forme de globes de feu qui éclatent tantôt d'un seul coup, tantôt à plusieurs reprises. Chladni, si justement célèbre par ses travaux acoustiques, a mis un zèle aussi infatiguable qu'éclairé à rassembler tous les faits anciens et modernes qui ont rapport à ce phénomène si remarquable, et est de tous les Physiciens celui qui a raisonné le plus sagement sur leur origine.

Parmi ce grand nombre de faits il en est quelques uns que je ne dois pas passer sous silence. Telle est la grèle de pierres tombées en France, près d'Aigle dans le département de l'Orne, le 26 avril 1813, que le rapport aussi exact qu'intéressant de Biot a rendue célèbre. D'après ce rapport il doit être tombé 2000 à 3000 pierres (dont la plus grosse de celles qu'on a trouvées pe-

soit 17½ livres) et cela sur un terrain de figure ovale de 2½ lieues de longueur et d'une lieue de largeur. Le globe de feu qui a livré ces pierres a été vu, à une heure après midi, de Caen, de Pont-Audemer, d'Alençon, de Falaise et de Verneuil. L'explosion, que l'on entendit à 30 lieues à la ronde de la ville d'Aigle, dura 5 à 6 minutes, commença par trois à quatre coups semblables à des coups de canon et se termina par un roulement comme celui d'une fusillade entremêlée du bruit violent de tambour. L'air étoit clair et serein.

Mr. de T. Votre explication du tonnerre doit, je pense, s'appliquer ici. Les coups de canon sont le dernier éclat, et le roulement, qui nous paroit les avoir suivis, les a réellement précédés.

Mr. de P. Je n'en doute pas. L'Aérolyte de Weston (14 Décembre 1807) s'annonça de la même manière: Un globe de feu vu des villes Weston, Wenham et Rutland, à 50, 23 et 60 lieues de distance l'une de l'autre et une détonnation semblable à celle du météore d'Aigle, furent les avant-coureurs d'une grèle de pierres dont la plus grosse pesoit 225 livres et plusieurs autres de 13 à 35 livres. On a calculé sa hauteur à 15362 toises, sa vitesse à 15000 pieds par seconde et son diamètre à au moins 490 pieds.

L'aérolyte qui tomba le 30 Juin 1830 le soir entre cinq et six heures à Lixna, terre du district de Dünabourg sur les frontières de la Courlande, s'annonça comme les précédents, avec cette différence que le globe de feu avoit une queue de comète dont quelques parties se détachèrent, suivant le globe plus lentement. Au bruit de la détonnation se joignit le fracas que les pierres cau-

[redacted]

sèrent en tombant en partie dans une forêt. Le plus gros morceau qu'on en a ramassé pesoit 40 livres.

Les Aérolytes sont intérieurement de couleur gris de cendre, ont à l'extérieur une mince croute brune et ridée, que l'on peut donner à la masse de l'intérieur en l'exposant à la flamme de la lampe d'émailleur. A leur arrivée à terre ils sont d'une chaleur brûlante; leur surface inférieure est applatie, et leur choc contre terre produit de petits effets qui ne semblent pas proportionnés à la hauteur énorme de la chûte. Ils contiennent, outre différentes terres, des oxides métalliques qui leur donnent une pesanteur spécifique considérable. Celui de Lixna contient du deutoxide de fer polarisant. Pour vous donner une idée de la composition chimique de ces pierres si dignes de notre attention, je vais avoir l'honneur de vous lire les analyses, des trois aérolytes que je viens de décrire. La première est de Vauquelin, la troisième de Grothufs, la seconde d'un Chimiste dont je n'ai pas trouvé le nom.

	Aigle.	*Weston.*	*Lixna.*
Silice	460	410	332
Alumine	—	10	13
Magnésie	100	160	108
Deutoxide de fer	450	300 (Deutoxide de fer et Nikel)	220
Nikel	20		20
Soufre	50	23	—
Sulfure de fer et de Nikel	—	—	315
Chrôme	—	—	7
Acide ch romique	—	23	—
Oxide de manganèse	—	13	5 (Oxide de manganèse et Chaux)
Chaux	—	30	

Les nombres de cette table sont les millièmes de la masse soumisse à l'analyse chimique. En comparant cette table avec beaucoup d'autres de ce genre, l'on trouve toujours la silice, la magnésie, le fer, le soufre et le Nikel comme parties constituantes des Aérolytes. Toutes fois l'on doit en excepter l'aérolyte de Chassigni près de Langres et celui de Stannern en Moravie, qui tous deux ne contiennent point de soufre et de nickel. La présence de ce metal, le nikel, passe pour caractère distinctif des aérolytes; mais j'avoue que je préférerois les caractères extérieurs, la croute, brune et ridée, l'applatissement de la surface inférieure et d'autres signes de fusion ou au moins de très hauts degrés de chaleur. Du reste on a trouvé des aérolytes qui ne contiennent point de terres, des masses uniquement métalliques. Telle est celle que le célèbre Pallas a découverte en Sibérie, masse de fer evaluée à un poids de 17000 livres, une autre qui se trouve à la petite ville de Katzenellenbogen, qui porte le nom de Burggrave enchanté, une autre trouvée près de New-Orleans, de 3000 livres de poids, une quatrième au Brésil, qui pèse environ 14000 livres etc. Tous ces lingots de fer ont une croute distincte du reste de la masse et contiennent un peu de Nikel. Les uns sont malléables, d'autres oxidés et quelques uns sont magnétiques.

Mais le plus singulier de tous les aérolytes est une espèce de papier minéral, tombé du ciel le 31 Jauvier 1686 proche d'un étang du village de Randen en Courland en telle quantité qu'il couvroit cette place jusqu'à un doigt d'épaisseur. Les feuilles doivent avoir été très grandes, puisque le récit d'alors les compare à une ta-

[redacted]

ble. Grothufs, qui en a hérité de son père deux petits morceaux, nous dit que ce papier est noir et inflammable, que son inflammation répand une odeur de soufre, et que cette masse est composée de silice, de fer, de chaux, de carbone, de magnésie ou d'alumine, et de nikel, au reste dans des proportions qu'il n'a pu déterminer; la quantité qu'il avoit de cette substance étant trop petite pour pouvoir être soumise à une analyse rigoureuse.

Voilà un long sermon que je viens de vous faire sur les aérolytes. Me le pardonnerez-vous, madame?

Mde. de L. Bien volontiers, surtout si vous voulez bien nous instruire de l'origine de ces êtres si singuliers, dont nous recevons les visites, sans invitation et sans annonce.

Mr. de P. Au moins pourrai-je vous dire ce qu'on a dit, pensé et rêvé sur ce sujet.

Mr. de R. Nous sera-t-il permis de rêver à notre tour?

Mr. de P. Qui pourroit s'y opposer? Mais je doute que vous trouviez un nouveau rêve, la sphère des hypothèses me paroissant avoir été épuisée.

Muschenbrock, qui prenoit, comme tout le monde de son tems, les étoiles volantes pour des feux-follets, faisoit venir les globes de feu et les aérolytes de nos volcans. Mais cette idée, fondée sur l'analogie des fumées volcaniques, ne tient pas contre l'expérience si souvent réitérée que les globes de feu et les grêles de pierre ont lieu à plusieurs cent lieues de distance des

volcans et dans des momens où aucun volcan n'est en activité.

Halley continue l'acte de la création pour ces météores. Car il suppose qu'il existe dans le vide de notre système solaire de la matière discrète, qui quelques fois se conglomère et tombe, en vertu de la gravitation, sur les planètes les plus voisines.

Le Comte C. Beccaria, à ce que je crois, ne voit dans ces phénomènes que des effets électriques.

Mr. de P. Comme partout. Plus tard on a assigné la formation de tous ces corps énigmatiques à une autre magicienne (pour me servir des expressions du Général) à la Chimie, dont les prodiges plus admirés que conçus devinrent une source inconnue et par là-même très fertile d'explications. On statua que l'atmosphère contient à ces grandes hauteurs tous les matériaux des étoiles volantes, des globes de feu et des pierres météoriques en solution et qu'une cause quelconque précipite ces matériaux et en fait les conglomérations qui nous arrivent de si haut. C'est vraiment le cas de dire que qui vient de loin a beau raconter; car l'argument principal, dont les auteurs et fauteurs de cette belle hypothèse s'appuient, est: que *nous ne savons pas tout ce qui peut se passer là haut.*

Mr. de L. (*riant.*) Pour moi, je crois qu'il ne s'y passe rien du tout, le froid extrême, qui y règne, devant rendre tous les phénomènes chimiques impossibles.

Mr. de P. L'idée de faire naitre ainsi ces masses de pierres et de métaux répugne à toutes les lois de

Physique et de la Chimie. Car dès qu'il se seroit formé un grain de ces matières, ce grain tomberoit et se soustrairoit par sa chûte à ce procés chimique; de sorte que cette formation ne pourroit fournir qu'une grèle de fin sable et non des masses de plusieurs milliers de livres; ou bien il faudroit admettre que toute cette matière météorique disséminée dans l'air se coagulât en un instant et arrivât avec une vitesse infinie au centre du procès. Supposons par ex: la masse formée être de 10 pieds cubes, le point où elle se forme à 15 lieues au dessus du niveau de la mer, la pesanteur spécifique de la masse égale à 4 fois celle de l'eau et la masse d'air qui contient les élémens de l'aérolyte seulement 10 fois aussi grande celle de ces élémens (pour la solution de l'eau elle est 54 fois plus grande) le procès chimique auroit lieu dans une sphère d'environ 1000 pieds de diamètre; qui devroit être parcourue par les atômes chimiques de l'aérolyte dans un clin d'oeil. Or la nature entière ne nous offre d'ailleurs aucun phénomène semblable. Ajoutez à cela que cette fabrique aérienne de pierres ne sait où prendre la force projectile qui fait faire aux globes de feu leur course parabolique ou elliptique, de sorte que ces masses une fois formées ne pourroient que tomber perpendiculairement sur la Terre.

Le jeune de L. Ne pourroit-on pas imaginer une force de réaction, produite par un écoulement latéral de gaz ou de vapeur, qui formeroit la partie horizontale de ce mouvement oblique?

Mr. de P. Assurément; et nous pouvons admettre que l'eau, qui se fourre partout, se trouve au nom-

bre des élémens des aérolytes et que sa vapeur, produite par la chaleur rouge de ces météores et se faisant jour par une explosion latérale, produit cet effet. Mais la masse de 10 pieds cubes que nous avons supposée, et formant une sphère d'environ 2 pieds de diamètre, ne fournira pas la cohésion capable de résister à la force nécessaire pour produire la vitesse observée.

La pesanteur fournira la vitesse verticale tout aussi peu. Car celle de l'aérolyte du Connecticut étot de 15000 pieds par seconde, ce qui suppose une hauteur de chûte d'environ 280 lieues, et surpasse toutes les observations de Benzenberg et Brandes sur les hauteurs observées des étoiles tombantes.

La Place a eu l'idée de faire venir les aérolytes de la Lune, les considérant comme des projectiles lancés par les volcans de ce satellite de la Terre. En effet il ne faudroit pour cela qu'une force qui les portât jusques au de là du centre de gravitation de ces deux corps célestes; ce à quoi suffiroit une vitesse de 7800′ pieds par seconde, selon le calcul du célèbre Astronome Olbers; et ce jet, qui peut être supposé avoir lieu sous diverses inclinaisons, combiné avec les mouvemens de la lune et de la Terre, paroit pouvoir fournir les différentes directions et vitesses de ces météores. Mais Olbers objecte que précisément ces différentes directions feroient de l'arrivée d'un seul de ces voyageurs lunaires une lotterie où il y auroit un si grand nombre de billets blancs qu'il y a très peu de vraisemblance qu'un de ces projectiles arrivât à la Terre, mais que tous deviendroient de règle de petits satellites ou des miniatures de la Lune elle-même. J'ajoute à cette objection qu

[redacted]

les volcans de notre lune n'imprimeroient guères à ces masses la vitesse requise de 7800 pieds pour quitter la sphère d'activité de la Lune, la hauteur requise pour cette vitesse étant de 16900 toises; ce qui suppose une force capable de supporter une colonne de lave de même hauteur, plus que double de celle du Pic de Ténériffe.

Mr. de T. Et arrivés à ce point indifférent entre la Lune et la Terre, ces corps ne pourroient que tomber verticalement sur notre globe, et non obliquement.

Mr. de L. Il paroit donc que toutes ces hypothèses sont insoutenables.

Mr. de P. Je vous ai réservé la plus probable pour la fin, celle de Chladni. La voici: Les étoiles volantes, les globes de feu, les aérolytes sont des planètes ou comètes appartenantes à notre système solaire. Elles parcourent leurs orbites autour du soleil comme les autres corps de ce système, sont attirées par la Terre lorsqu'elle les rencontre dans sa route et s'enflamment lorsqu'ils sont entrés dans son atmosphère. Les fabricans de pierres aériennes ont attaqué cette hypothèse avec zèle, mais sans succès. Cherchons en les apuis. On a considéré pendant tant de siècles notre système planétaire comme clos. Mais enfin Herschel découvrit Uranus, Piazzi et Olbers les nouvelles planètes, dont la petitesse leur avoit fait donner le nom d'Astéroïdes. On hésitoit de ranger au nombre des planètes des corps de si petit diamètre. Aujourd'hui on ne leur dispute plus leur rang. Pourquoi le disputer à des masses encore plus petites et s'obstiner à croire que la même opération qui a formé les planêtes, opération que nous ne

connoissons nullement, ne peut pas avoir formé d'aussi petits corps? Nous avons en outre un grand nombre de comètes qui se meuvent dans tous les sens; même la plus grande moitié se meut dans le sens opposé de celui des planètes. Nos petits astres peuvent être des comètes ou des planètes. Enfin nous avons des comètes qui n'ont pas de noyau solide ou au moins opaque; et les globes de feu de même que les étoiles volantes, qui ne nous lancent pas de pierres, peuvent être considérés comme des comètes de ce genre. Ainsi l'analogie établit la *possibilite* de pareils corps célestes. Leur *probabilité* repose sur la grande vitesse du mouvement des étoiles tombantes et de quelques globes de feu, vitesse qui égale souvent et surpasse quelquefois celle de notre terre autour du soleil, et que nous ne pouvons ni trouver ni imaginer dans des corps d'origine terrestre ou lunaire.

Le jeune de L. Mais les globes de feu n'ont pas tous cette grande vitesse.

Mr. de P. Assurément. Mais, outre qu'il est possible que des planètes ou comètes aient peu de vitesse de mouvement, on peut expliquer cette lenteur apparente par le mouvement progressif et diurne de la Terre; car si notre petite comète et la Terre font leur révolution autour du soleil dans le même sens, il est clair que dans ce cas là nous n'observons que la vitesse apparente de ce petit corps, celle qui résulte de la différence des deux vitesses propres, et qui parconséquent peut être très petite.

Mr. de T. Je conçois cela et que l'hypothèse de Chladni contient tous les cas possibles de mouvem

au zénith. Ces courans lumineux se renouvellèrent souvent dans des intervalles inégaux de 5 à 10 minutes et augmentèrent de force. Les premiers n'étoient accompagnés d'aucun bruit; mais peu à peu j'entendis un petit frémissement qui à la fin se changea en un bruissement considérable, semblable à celui du taffetas déchiré ou d'une incendie pendant un vent fort. Ce bruit n'avoit lieu que pendant l'apparition des courans de lumière. Petit-à-petit il se forma à l'horison dans la même direction de N.N.E., au point d'où partoient les courans lumineux; une lueur stable qui s'étendit jusqu'à environ 15 degrés au dessus de l'horizon. Au reste ni cette lueur ni celle des courans lumineux n'interceptoient la vue des étoiles. A neuf heures le phénomène entier commença à diminuer et à dix heures je le crus entièrement passé et rentrai chez moi. Mais une lumière forte m'attira vers onze heures sur le balcon de ma fenêtre qui m'offrit tout le ciel en quelque sorte en feu. Je descendis à la hâte pour mieux observer, et arrivé sur la grande place je vis ce que l'imagination auroit eu peine à concevoir. Tout proche du zénith de Dorpat, vers le Sud-Ouest, étoit une surface circulaire parfaitement obscure, entourée d'un anneau de lumière comme d'un diadème; cette lumière étoit forte et blanche, mais pas étincellante, et bordée d'un anneau obscur, d'où partoient de larges rayons de lumière de toutes couleurs bien prononcées, qui occupoient tout le ciel visible et formoient la coupole la plus majestueuse. Des courans de lumière blanche, vifs et bruïants, partoient à tout moment de leur première origine et se terminoient à la couronne qu'ils sem-

bloient alimenter de leur feu. Pendant à peu près 10 minutes que j'observai ce météore imposant la couronne avança de 8 à 10 degrés vers le Sud-Ouest. Le cercle obscur avoit un diamètre apparent environ double de celui du Soleil et le cercle de lumière qui l'entouroit une largeur d'à peu près $\frac{1}{10}$ du diamètre du cercle obscur. Petit-a-petit le météore s'affoiblit et se termina enfin sans explosion.

Mr. de R. Quel bonheur d'avoir été témoin d'un aussi beau phénomène!

Mr. de P. Le Physicien ne doit-il pas d'autant plus fortement regretter de ne pouvoir l'expliquer?

Mde. de L. Est-ce sûrement le cas où nous nous trouvons?

Mr. de P. Jugez en vous-même, madame. D'abord le phénomène n'est nullement constant. Dans quelques hyvers on voit, déjà à la latitude de 65 a 70 degrés, presque chaque jour une aurore boréale, dans d'autres hyvers très peu. Puis l'intensité varie depuis la plus petite lueur fixe et les plus légers courans de lumière jusqu'au phénomène imposant de la couronne et de la coupole. La direction ne varie pas moins, surtout dans les pays très septentrionaux. Le bruit observé par plusieurs observateurs est nié par d'autres. La grande hauteur supposée d'une part est contestée d'autre part. Enfin le bruit, entendu à l'instant même où le courant de lumière paroit, est en contradiction évidente avec la grande hauteur à la quelle ce météore doit se trouver, aperçu en même tems de lieux très éloignés les uns des autres.

On a plusieurs hypothèses sur les aurores boréales.

La plus récente est celle de Biot, qui n'est pas à la hauteur ordinaire des idées de ce grand Physicien. La voici en deux mots. Les aurores boréales sont des nuées ou brouillards composés de pulvicules lancées par des volcans, rangées en forme de colonnes dans la direction du courant magnétique de la terre et brillantes de lumière électrique. Le développement que l'auteur a donné à ces idées n'a pu leur donner le degré nécessaire de vraisemblance. Car, lors de l'aurore boréale que j'ai observée, le ciel n'avoit ni nuages ni brouillards; l'on voyoit partout les étoiles très distinctement, et nommément au travers des fusées, ou courans et même de la colonne stable de lumière. D'autres observateurs rapportent la même chose. Cette aurore boréale n'avoit pas la direction du méridien magnétique, mais celle de Nord-Nord-Est et il suffit de lire la description des aurores boréales par Maupertuis pour se convaincre pleinement que les aurores boréales n'affectent pas une direction constante et dépendante du pôle magnétique de la Terre. L'aurore boréale enfin ne peut pas être une colonne de pulvicules volcaniques, par ce qu'outre l'opacité de cette colonne qui n'a pas lieu dans les aurores boréales, on a d'un côté des milliers d'aurores boréales dans des tems où tous les volcans connus de la terre sont tranquilles et de l'autre aucune aux environs des volcans d'Italie lors des éruptions.

Mad. de L. N'avez-vous pas, monsieur de P. imaginé vous-même une explication de l'aurore boréale.

Mr. de P. Oui, madame, malheureusement. Il [illegible] long-tems que j'ai posé en hypothèse que l'au[illegible] le gaz hydrogène carboné qui s'élève

de la terre dans les hautes régions de l'atmosphère et est conduit au deux pôles par les grands courans atmosphériques à une hauteur où les vents n'ont plus de prise, où il attend avec patiencc qu'une étoile volante s'amuse à l'enflammer.

Mde. de L. Je n'imaginois guères que ce fut à ce gaz et parconséquent à la pourriture de tant de cadavres de plantes et d'animaux que nous devrions encore le phénomène ravissant que vous nous avez dépeint. Ce procès tout-puissant n'est pas seulement le père nourricier de tout ce qui vit sur terre; c'est encore lui qui fait briller la mer et l'air des feux les plus surprenants...

Le Comte C. Et qui éclaire les nuits si longues des habitans des cercles polaires.

Mr. de P. Ne vous enthousiasmez pas pour cette hypothèse. Car bien que je la croie fondée quanr à la cause ou l'origine du phénomène, cependant je suis bien éloigné de pouvoir l'appliquer d'une manière satisfaisante aux détails nombreux des phénomènes particuliers que nous offre l'aurore boréale..

Mr. de T. Ce qui m'embarasse le plus, c'est la contradiction qui existe outre la grande hauteur du lieu et le son que nous entendons.

Mr. de P. Si ces deux circonstances ont été bien observées, comme j'en suis persuadé, il ne peut exister de contradiction que dans notre raisonnement. Pour la lever il suffit d'admettre que les fusées de lumière ont leur mouvement progressif dans une direcrion inclinée vers la terre, et que leur bout arrive jusqu'à une dis-

tance d'un ou deux mille pieds de nous. Alors le bruit de la fusée s'expliquera comme celui du tonnerre. Au reste je crois que nous ne pouvons espérer la solution de ce problème difficile que d'un Physicien qui aura véçu plusieurs années dans plusieurs contrées boréales et voué son tems à examiner toutes ces particularités. En attendant que ce Physicien se trouve, passons le reste de notre soirée à nous amuser.

Cent sixième entretien.

Mr. *de P.* Vos habits, monsieur de R., sont-ils séchés?

Mr. de R. Aha! par les météores ignés? — Parfaitement.

Mr. de P. Vous me permettrez donc de passer à une autre classe de météores qui ressort de l'Optique.

Le premier et le plus intéressant de tous, c'est *l'Arc-en-ciel*, phénomène qui nous frappe à tous égards si agréablement que les Patriarches le regardoient comme un gage de la faveur céleste. Il se pare ou plutôt se compose de toutes les couleurs de l'image prismatique, qu'il nous offre sous des teintes moins brillantes à la vérité, mais plus douces et sur une bien plus grande étendue. Il nait sur une surface de pluie tombante, et n'attend pour paroitre que l'oeil de l'observateur placé entre la nuée qui se résout en pluie et le soleil prêt à se coucher ou qui vient de se lever. Les gouttes de pluie reçoivent la lumière solaire et la renvoient à l'oeil du spectateur, changée en rayons colorés, rangés dans une symmétrie parfaite le long de

[redacted]

qu'elle forme. Et cet effet de la lumière est double; deux arcs-en-ciel se forment en même tems, dont l'un, qu'on nomme le premier, a des couleurs plus vives que le second, qui offre dans les siennes l'ordre renversé de celles du premier. Un espace sombre sépare les deux arcs l'un de l'autre.

Mde. de L. Que ne puis-je comprendre cet effet merveilleux de la lumière sur les gouttes de pluie!

Mr. de P. Au calcul près cela ne dépend, madame, que de vous. Voyez la figure (fig. 73) que je dessine, dont le cercle représente une goutte d'eau. SD est un très petit faisseau de rayons solaires qui tombe en D. Là doit se réfléchir une partie de ce faisseau, tandis que l'autre partie se réfracte et arrive en E. Ici une partie de ces rayons quitte la goutte, et l'autre se trouve réflêchie vers F.

Le jeune de L. C'est une réflexion de la partie postérieure du milieu refringent, ainsi une vraie réfraction.

Mr. de P. En F une partie du reste de ces rayons retourne par la même cause dans la goutte, et l'autre partie en sort dans la direction réfractée FG. Ainsi un [illegible] placé en G recevra un des rayons SD, et tous les [illegible] rayons comme lui, tombants sur la goutte à d'au[illegible] et parconséquent sous d'autres angles n'arri[illegible] à l'oeil placé en G. Si cela étoit vrai à toute [illegible] n'y auroit qu'un seul rayon simple SD qui [illegible] le chemin DEFG; et comme un seul rayon [illegible] image, tout le phénomène seroit impos[illegible] [illegible] trouve que très proche du rayon SD il

se trouve encore des rayons parallèles comme sd, que la réfraction mène au même point E et delà en f où ils sont de nouveau réfractés et parallèlement à FG, En outre notre pupille a une certaine ouverture qui peut recevoir des rayons qui ne sont pas tout-à-fait parallèles. Tous ces rayons qui, après avoir fait le chemin décrit, arrivent à l'oeil placé en G, se nomment les rayons efficaces et livrent à l'oeil une image sensible provenante de la goutte.

Mais ces rayons ont subi à leur passage de l'air dans l'eau et de l'eau dans l'air une décomposition et doivent offrir au sortir de Ff les couleurs prismatiques, affoiblies par les déchets aux points D, E et F; et le rayon rouge, comme le moins réfrangible, occupera au sortir de Ff la partie supérieure de l'image. Ce qui est conforme à la suite des couleurs du premier arc-ce-ciel, et vous concevez que d'autres gouttes doivent faire le même effet et parconséquent envoyer à l'oeil de l'observateur chacune une image colorée dans le même sens, c. à. d. le rouge en haut et le violet en bas, et que toutes ces inages doivent former une bande colorée. Mais quelles sont les gouttes qui envoyent au même oeil, placé en G, leur inage prismatique? C'est ce que le calcul décide. Car comme l'oeil ne peut recevoir d'image sensible que des points D, E, F où se trouvent les rayons efficaces pour cette position de l'oeil, il faut trouver la position de ces points. Si l'on prolonge les directions SD et GF, elles se couperont au point x, y formant un angle, au quel nous ferons l'angle FGx égal, en tirant Gx parallèle au rayon incident SD, Le calcul donne pour la grandeur de cet angle 42 de-

grés 2 min. Ainsi l'oeil placé en G ne recevra d'images primaires que des gouttes qui sont [illegible] de manière à réfléchir cet angle de [illegible]. Ces gouttes se trouveront donc sur la circonférence d'un cercle, qui est la base d'un cône dont la surface courbe est composée des rayons efficaces FG, fg qui arrivent à l'oeil, et l'axe est la ligne [illegible].

Mr. de T. Ainsi voilà pourquoi toutes ces petites images, fournies par les gouttes, forment un arc de cercle, et que toute autre personne placée ailleurs qu'en G voit un autre arc-en-ciel, mais toujours sous le même angle.

Mr. de P. Le calcul détermine la largeur de l'arc-en-ciel, égale au diamètre apparent du soleil plus la différence de réfraction des rayons colorés: ce qui fait 2 deg. [illegible] min.

Mlle. de L. Comment dois-je comprendre cela? Une largeur se mesure par pieds ou pouces, et non par degrés.

Mr. de P. Pardon, madame. Car comment appliquer des pieds ou pouces à un espace qui proprement n'est nulle part et est partout entre la surface de pluie et l'oeil? La mesure en degrés, minutes et secondes s'adapte parcontre à ces objets. Lorsque je dis que le diamètre apparent du soleil est de 30 min., cela veut dire que deux de ses rayons pris aux extrémités d'un de ses diamètres et réunis dans l'oeil, forment un angle de 30 min.

Passons à présent au second arc-en-ciel. Pour concevoir sa construction suivez la pointe de mon crayon

(fig. 74). SD est un rayon solaire qui tombe en D sur la goutte, s'y réfracte vers E, est d'ici réflèchi vers F et de F en K, où il sort de la goutte dans la direction KG. Si donc il se trouve un oeil en G, il recevra ce rayon. Et ici il y aura aussi un endroit D, qui fournira des rayons efficaces arrivants parallèlement à KG dans l'oeil de l'observateur. Ces rayons seront plus affoiblis que dans le premier cas, à raison des quatre pertes qui ont lieu ici, contre trois qui ont lieu dans le premier arc. Vous voyez en outre que les rayons entrants et les rayons sortants se croisent en v. Ainsi l'image, comparée à celle du premier arc, doit être renversée, et parconséquent aussi l'ordre des couleurs de tout le second arc. Le calcul fixe l'angle v pour les rayons à 50 deg. 58 min. et pour la largeur de cet arc 3 deg. 42 min., et pour la distance obscure entre les deux arcs 8 deg. 56 min. L'angle du second arc étant plus grand que celui du premier, il faut que le second arc, le plus foible, soit l'extérieur, celui qui enveloppe l'autre.

Il suite de cette théorie 1) que lorsque le soleil est élevé de 42 deg. 2 min. au dessus de l'horizon, on ne peut pas encore voir le premier arc-en-ciel, mais seulement une petite portion du second. 2) Que, plus le Soleil s'abaisse, et plus la portion vue des deux arcs est grande, et qu'au moment du coucher les arcs ont leur maximum, c. à. d. un demi-cercle d'étendue. 3) Tout cela suppose que l'observateur est lui-même à l'horizon. Mais s'il est plus élevé, il verra au moment du coucher un arc-en-ciel de plus de 180 degrés; et s'il s'élève de 42 deg. 2 min., le premier arc lui apparoitra comme un cercle entier. Ce cas se reproduit souvent auprès de

[redacted]

cascades dont la chûte répand dáns l'air environnant quantité de fines gouttes de pluie, et près des quelles on trouve un point élevé où l'on puisse se placer.

L'arc-en-ciel a occupé les Physiciens de tous les tems, depuis Aristote jusqu'à Descartes, qui le premier en donna la vraie explication, excepté ce qui concerne les rayons colorés, objet qui étoit réservé au père de la théorie des couleurs.

Le Comte C. La lune a quelquesfois la politesse de nous faire cadeau d'un arc-en-ciel, dont la théorie sera apparemment la même.

Mr. de R. Et dont la vivacité sera bien éloignée de celle de l'arc-en-ciel produit par le soleil.

Mr. de P. Le Soleil nous en compose quelques uns qui sont très surprenants. On voit par ex: des arcs-en-ciel couchés sur terre et, ce qui vous étonnera, la convexité de la courbure, ordinairement elliptique, est tournée du côté du spectateur. Ce phénomène provient d'une infinité de gouttes de pluie ou de rosée qui se trouvent sur l'herbe; et vous concevrez sa figure, si vous vous rappellez le cône de rayons colorés qui a sa pointe dans l'oeil, cône qui dans ce cas-ci se trouve coupé obliquement par le sol et offre parconséquent une ellipse, dont la partie antérieure est celle qui est vue le plus souvent, la postérieure étant de règle trop pâle pour être aperçue, par ce que l'image prismatique de chaque goutte s'élargit et s'affoiblit d'autant plus que la goutte est plus éloignée de l'oeil. Aussi les bouts les plus éloignés de ces arcs sont-ils toujours plus larges que la partie qui est plus proche de l'observateur.

Mr. de T. J'imagine que cette espèce d'Arc-en-terre doit prendre toute sorte de figures selon les inégalités ou la pente du terrain sur le quel il se forme,

Mr. de P. L'expérience confirme cette réflexion.

Le Comte C. L'on voit quelquesfois un troisième et même un quatrième arc-en-ciel. D'où viennent-ils?

Mr. de P. Newton a déja dit que les rayons solaires peuvent être réfléchis plus de deux fois dans l'intérieur d'une goutte d'eau et fournir par là plusieurs arcs-en-ciel, qui seront de plus en plus foibles. Mais ce qui doit surprendre davantage, c'est de voir un troisième arc-en-ciel qui coupe obliquement les deux autres, ou bien un arc-en-ciel renversé. On explique ces phénomènes par la réflexion soit d'une nuée, soit d'une nappe d'eau. — Mais en voilà assez sur ces objets qui ne sont que curieux. Je dois vous parler d'un autre phénomène qui est proche parent du précédent, des *Couronnes colorés* qui paroissent autour des astres, du soleil, de la Luna et même quelquesfois des étoiles. Elles sont composées de plusieurs anneaux colorés, dont chacun a le bleu à l'intérieur et le rouge à l'extérieur. Le diamètre apparent de ces couronnes va d'un très petit nombre de degrés jusqu'à 90. Les extrêmes sont rares, et la plûpart de ces couronnes ont 30 à 45 degrés.

Descartes regardoit ce phénomène comme une réfraction caûsée par des particules d'eau gelée dans l'air. Huygens imagina de petits pelotons de neige, fondus à l'extérieur, et composés par là d'un noyau opaque et d'une enveloppe transparente, et a su diriger ses rayons de lumière de manière à produire l'effet des couronnes,

[redacted]

et même calculer la proportion des deux diamètres de ses globules, qu'il trouve être de 25 à 12 pour une couronne d'un diamètre apparent de 45 degrés. Newton a adopté cette hypothèse et y a ajouté sa théorie des accès, qui, comme vous savez déja, n'explique rien, par ce qu'elle est inexplicable elle-même.

Un Physicien très estimable, le Professeur Hube à Warsowie, explique les couronnes colorées par la théorie de la diffraction, qui paroit être d'autant plus applicable ici que les rayons les plus réfrangibles, les violets et les bleus, sont le moins disséminés et que les moins réfrangibles, les rouges, occupent l'extérieur des cercles colorés. Cette diffraction est celle qui a lieu proche des vésicules de vapeur qui sont du côté de l'observateur.

Biot admet également la vapeur vésiculaire comme le théatre de cette opération d'Optique et produit le phénomène par une double réflexion dans l'intérieur d'une de ces vésicules. La premiere de ces deux réflexions n'est pas la réflexion régulière, mais l'irrégulière, qui dissémine les rayons dans tous les sens. Il ajoute à cela la théorie des accès et un calcul très ingénieux, au moyen des quels il construit le phénomène avec élégance.

J'avoue que je trouve trop d'art à toutes ces explications des couronnes et que je crois que ce phénomène peut s'expliquer par une réfraction simple de la lumière de l'astre au travers des globules vésiculaires qui doivent exercer la même réfraction que des globules de vapeur aqueuse, dont la densité seroit la même que celle de l'air ambiant. Car il me semble que la plura-

lité des couches de vapeurs vésiculaires, placées entre l'astre et l'observateur, doivent déjouer tous les calculs et que la grande différence observée dans les diamètres apparents des Couronnes colorées provient plutôt de cette diversité de couches et des distances que du diamètre plus ou moins grand de chaque globule.

Au reste on imite joliment le phénomène des Couronnes en faisant monter de la vapeur d'eau chaude entre une bougie allumée et l'oeil du spectateur. Bien plus: je possède un miroir qui m'offre chaque soir une couronne colorée du genre de celles dont nous parlons, lorsque je place une bougie allumée entre lui et moi. La suite des couleurs est, de l'intérieur à l'extérieur et avec une intensité décroissante: jaune, orange, rouge, violet, bleu, verd, jaune, rouge-brun, verd, jaune, rouge-brun. C'est une couronne par réflexion, produite par la réfraction de la lumière dans une infinité de bulles à peine visibles, qui font de la masse du verre une espèce de mousse extrêmement fine.

Vous parlerai-je encore des *Parhélies*, de ces cas singuliers où l'on voit l'image du soleil répétée deux, quatre et même six fois sur des cercles colorés ou blancs, dont les uns sont concentriques avec le soleil et un autre passe par le soleil même, qui se trouve sur sa circonférence? Au moins je n'entreprendrai pas de vous décrire la Mécanique des cylindres gelés de Huyghens avec un noyau opaque, et d'autres subtilités qu'on a imaginées pour expliquer ce phénomène singulier, qui appartient sans contredit à la classe des couronnes colorées. J'avoue tout simplement que je n'y comprends rien.

[redacted]

Mr. de L. A quoi j'ajoute que je ne me soucie guères de les comprendre. Ce sont des tours de passe-passe de la Nature, qui n'ont à mes yeux pas plus d'importance que ceux des Philadelphia et des Pinetti, et qui cessent de nous amuser dès que nous en avons le secret.

Mr. de P. Ce sacrilège, Général, mérite une pénitence, qui consistera à vous donner *les Verges*, comme une phénomène de ce genre, à expliquer.

Mr. de L. A quoi ressemblent donc ces verges que vous voulez me donner?

Mr. de P. Deux nuages épais, séparés, mais à une petite distance l'un de l'autre, l'air entre deux et au dessous tant soit peu nébuleux: voilà les conditions qui font que l'on voit les rayons du soleil passer entre les deux nuages et s'écarter à mesure qu'ils s'approchent de terre, comme si leur centre étoit à peu près aussi peu éloigné derrière les nuages que les nuages ne le sont de la terre.

Mde. de L. Vous chargez mon mari d'une explication qui me paroit inutile. Je crois qu'il n'y a là rien à expliquer.

Mr. de P. A l'exception de deux choses. La première est pourquoi l'on voit ici les rayons solaires, tandis qu'on ne les voit d'ailleurs pas. Le seconde est pourquoi les rayons solaires, en s'approchant de la terre, s'étendent en éventail; car le soleil est si loin de nous qu'on doit regarder ses rayons à leur arrivée ici comme parallèles entre eux.

Mr. de L. La visibilité des rayons n'est pas diffi-

cile à expliquer. Vous nous aves dit que lorsqu'on introduit dans la chambre obscure un faisseau de rayons solaires, on croit les voir par les reflets qu'occasionne la poussière de la chambre. Les deux nuages qui ombragent l'horizon et laissent passer entre eux un faisceau de rayons solaires, forment la chambre obscure, où le fin brouillard, c. à. d. un peu de vapeur vésiculaire, tient la place de la poussière. Mais l'élargissement des rayons vers la terre, c'est ce que je ne comprends pas.

Mr. de P. Par ce que c'est un jeu d'Optique, un de ces tours de passe-passe que vous ne voulez pas comprendre. La partie éclairée de l'air la plus proche de la terre est aussi la plus proche de nous qui la regardons; elle doit donc nous paroitre, par les règles de la Perspective, plus large que la partie plus éloignée qui se trouve entre les deux nuages: ce qui nous donne l'idée de rayons divergents.

Mais passons de ces objets en effet moins intéressants à un phénomène bien important, celui de la *Réfraction astronomique*, dont la connoissance peut seule donner aux observations de l'Astronome le degré d'exactitude que la nature de ces observations exige. Prenons le crayon pour rendre la chose bien claire. Soit ABD (fig. 75) le globe terrestre, dont C est le centre; FGH la limite de notre atmosphère. Un observateur se trouve en A, une étoile E au dessus de sa tête; ce qu'on appelle être au zénith, le lieu de l'étoile E se trouvant en ligne droite avec celui de l'observateur A et le centre de la Terre C. Les rayons, qui arrivent de l'étoile à l'oeil de l'observateur, ne subissent aucune réfraction sur cette route qui est perpendiculaire à toutes les cou-

[redacted]

ches de l'atmosphère de F en A. Mais si l'étoile se trouve en E' et que l'on tire une droite AE', ce n'est pas le long de cette droite que les rayons de E' arrivent en A. Car le rayon eo tombe obliquement sur la surface de l'atmosphère et est réfracté ailleurs qu'en A; et ce sera parconséquent un autre rayon E'c qui, rompu en c, arrivera à l'oeil de l'observateur selon la courbe cA.

Mde. de L. Pourquoi cette ligne cA est-elle une courbe?

Mr. de P. Par ce que la densité des couches de l'atmosphère augmente de c en a, comme vous savez, et parconséquent aussi leur pouvoir réfringent. Or notre oeil croit voir l'objet dans la direction du dernier rayon, de celui qui entre dans l'oeil. Ainsi, si nous prolongeons en ligne droite Ae ce dernier rayon, nous croirons voir l'étoile E' en e. La réfraction causée par l'atmosphère déplace donc les étoiles pour l'oeil de l'observateur; et vous concevez aisément qu'elle est d'autant plus grande que l'étoile se trouve plus éloignée du zénith, par ce qu'alors l'incidence du rayon sur l'atmosphère est plus oblique; et même qu'une étoile placée par ex: en E'', au dessous de l'horizon Ae' puisse être vue par l'observateur placé en A; car le chemin des rayons sera E''c'A.

Le jeune de L. Cela me rappelle la superbe expérience avec l'instrument chimique chargé d'eau distillée et d'eau salée, à la limite des quelles vous avez fait passer un mince faisseau de rayons solaires *). Ce fais-

*) T. III. fig. 78.

seau se courboit dans les couches liquides d'inégales densités comme vous nous dites que les rayons des étoiles doivent se courber dans l'atmosphère.

Mr. de P. La comparaison est parfaitement juste, à la grandeur de la réfraction près, qui dans l'instrument chimique surpasse de beaucoup celle que l'atmosphère produit.

Mde. de L. Cette réfraction atmosphérique me chipote. Quoi? Je ne vois pas les étoiles, la lune, le soleil, là où ces astres sont réellement, mais où ils ne sont pas!

Mr. de P. Elle chipote l'Astronome bien davantage; car comme elle varie pour chaque position possible de l'astre rélativement au zénith de l'observateur, vous sentez qu'il faut pouvoir en assigner la grandeur pour chacune de ces positions. La théorie ne peut nullement résoudre ce problème, puisque nous ne connoissons pas au juste la loi de la diminution de densité et du pouvoir réfringent des couches de l'atmosphère, par ce que ce n'est pas seulement la pression, mais aussi la température et la vapeur d'eau, qui influent sur la grandeur de la réfraction.

L'Astronome la trouve d'une manière pratique. Si E′ est le vrai lieu de l'étoile, e son lieu apparent, l'arc Ae appartiendra à un angle E′Ae, dont la mesure détermine l'influence de la réfraction sur l'apparition de l'étoile. Cet angle se nomme l'angle de la réfraction ou tout simplement la réfraction astronomique. Supposons que l'Astronome ait observé une étoile à son zénith et le tems où elle y arrive, et qu'il ait observé la même

étoile en *e* et le tems de son arrivée. L'angle EA*e* sera connu et le tems qui s'est écoulé d'une observation à l'autre. Or l'Astronome peut calculer à quel point E' l'étoile doit être arrivée dans le tems donné et par conséquent l'angle EAE'. En soustrayant le premier de celui-ci, la différence sera l'angle cherché *e*AE', ou la réfraction astronomique pour la distance *e*E du zénith. Des expériences multipliées donneront cette réfraction pour un grand nombre de distances sur l'arc de E*e*' jusqu'à 90 degrés.

Les observations ont prouvé qu'à de petites distances du zénith les réfractions sont presque nulles, qu'elles ne peuvent être observées avec l'exactitude nécessaire que lorsque l'étoile est environ à 45 degrés du zénith *), et qu'à l'horizon, c. à. d. à 90 degrés du zénith la réfraction astronomique va à 32 min. 24 sec. Ces observations ont été faites par un grand nombre d'Astronomes, surtout par La Hire et Bradley, et ont fourni une loi pour l'augmentation de la réfraction selon la distance du lieu de l'étoile au zénith, loi que l'on a employée non seulement à interpoler par le calcul les cas qui n'ont pas été observés entre ceux qui l'ont été, mais aussi à calculer toute l'autre moitié du quart de cercle, pour laquelle on n'a aucune observation. La Lande a [illegible] des tables qui sont encore aujourd'hui en usage.

[illegible] Ces tables doivent être bien commodes.

*) [illegible] d'aujourd'hui l'on pourra pousser les [illegible] loin que du tems de Bradley.

Mr. de P. Assurément; mais elles ont le défaut de n'être ni générales, ni invariables. Elles ne sont pas générales, par ce que l'on a observé que les réfractions diffèrent d'un climat à l'autre; elles ne sont pas invariables, par ce qu'elles dépendent de la densité de l'air qui est sujette aux variations du baromètre et du thermomètre. Aussi chaque Astronome devroit observer les réfractions pour le lieu de son observatoire et calculer ses tables. Au défaut de cela on regarde les différences causées par le climat comme causées par les différences accidentelles, provenantes de la pression et de la température, pour les quelles on fait des corrections que le célèbre Astronome Mayer a fixées avec beaucoup de justesse.

J'avoue au reste qu'il règne cependant mainte incertitude dans la déterminaison des réfractions, soit à l'égard de l'eau que contient l'atmosphère et qui en augmente le pouvoir réfringuent (effet qu'on ne peut soumettre à aucune formule) soit par ce que les changemens barométriques et thermométriques (comme nous savons par les mesures des hauteurs) ne sont pas les mêmes dans toute la colonne d'air au fond de la quelle l'observateur se trouve.

D'après ce que vous savez à présent de la réfraction astronomique, vous jugerez aisément qu'elle ne doit pas être tout-à-fait négligée lorsqu'on mesure sur terre des angles d'élévation dont la jambe supérieure perce à de grandes hauteurs absolues de l'atmosphère; car une grande partie de la réfraction a lieu dans la partie inférieure de l'atmosphère. Bouguer, par ex: observa au Pérou au niveau de la mer que la réfraction à l'horizon

[redacted]

étoit de 27 min. et sur le Chimboraço, à 2388 toises de hauteur, 19 min. 45 secondes: observation qui en outre prouveroit, si tant est qu'on en désirât la preuve, que le chemin du rayon de lumière dans l'air est une courbe et non la ligne droite, comme le grand Kepler avoit cru avant que Torricelli eut démontré la pression de l'air.

Mr. de T. Cette preuve, je crois, n'est pas superflue, surtout pour ceux qui ne connoissent pas votre expérience sur la courbure et la décomposition de la lumière dans l'appareil chimique.

Mr. de P. Ces instrument nous servira à expliquer un autre phénomène de réfraction atmosphérique extrêmement curieux, qu'on nomme *le Mirage*.

Mde. de L. Je ne connois pas du tout ce phénomène, ni même son nom.

Mr. de P. Transportez vous, madame, dans une vaste plaine ou sur le bord de la mer, un jour d'été, chaud et sans vent. L'air doit être parfaitement tranquille. Vous verrez de règle les objets éloignés un peu plus élevés que d'ordinaire, puis une seconde image de ces objets, superposée à la précédente, et renversée de haut en bas, mais non pas de droite à gauche, et souvent une troisième image, non renversée, mais droite. Quelquefois la première image n'apparoit pas, ce qui a lieu lorsque l'objet se trouve au dessous de l'horizon. Alors l'on n'en voit que les deux autres images, celle de dessus aiant l'air d'être l'objet même et celle de dessous son image réflêchie dans l'eau, d'autant plus que l'espace entre les deux images a la couleur du ciel, bleue ou grise, et en tout cas ressemblante à une nappe d'eau.

Le Comte C. L'armée françoise sous Bonaparte a souvent été témoin de ce phénomène lors de l'expédition d'Egypte. Le Delta, plaine immense, dont l'uniformité n'est interrompue que par les villages bâtis sur les petites éminences que le terrain offre par-ci par-là, est bien fait pour produire le mirage presque chaque jour d'été. Aussi vers les dix heures avant midi le soldat commençoit à voir les villages les plus éloignés comme des isles au milieu d'un terrain inondé, et s'empressoit d'arriver vîte à cette plaine d'eau pour y étancher la soif dévorante qu'il éprouvoit dans ce pays alors si aride. Il croyoit d'autant plus fortement à ces masses d'eau qu'il savoit que le Nil inonde ces campagnes chaque année, et murmuroit de se voir trompé chaque fois, jusqu'à ce que le célèbre Mathématicien Monge, qui étoit de l'expédition, eut expliqué ce phénomène à l'armée.

Mr. de L. Vous racontez, monsieur le Comte, cette intéressante anecdote pour justifier d'avance l'explication que monsieur de P. va nous en donner, en me prouvant qu'il ne s'agit pas ici d'un tour de bâton à la Pinetti.

Mr. de P. Je puis, s'il le faut, soustraire d'une autre manière ce phénomène à votre reproche et lui donner même beaucoup d'importance, en vous observant, Général, qu'il peut causer une erreur considérable dans le cours d'un vaisseau, si l'on n'en tient pas compte. Car le mirage élève l'image de tous les objets et parconséquent la ligne que l'horizon de la mer trace sur le ciel. Or l'horizon doit être observé avec exac-

[redacted]

titude, lorsqu'on veut détermiuer la hauteur du soleil et par là la latitude où le vaisseau se trouve.

Mr. de L. Pourrois-je vouloir nous soustraire en effet à l'explication d'un phénomène si frappant qu'on l'attribuoit autrefois à la fameuse fée Morganc?

Mr. de P. Eh bien! Que votre motif soit sérieux ou badin, reprenons notre petit appareil chimique et examinons à sa faveur une très jolie expérience que nous devons au célèbre Wollaston. Voilà cet appareil ABFE (fig. 76), chargé d'eau de sel et d'eau distillée, DC la limite entre les deux liquiues qui se mêlent spontanément par l'affinité physique. Soit ae un petit dessein placé près cette limite. Vous savez que les rayons, qui partent des poiuts a et e et de tous ceux de la figure, sont réfractés et courbés comme ac et en, et que si l'observateur place son oeil quelque part en O sur le devant de l'instrument, il verra l'objet dessiné. Supposons que la carte G (fig. 77) porte le dessein en question placé en D dernière notre notre appareil, alors l'oeil placé en O verra la carte G comme H, avec trois images dont celle du milieu est renversée, c. à. d. l'effet total du mirage dans sa plus grande splendeur.

Mde. de L. Cette expérience est réellement charmante. Mais comment ces trois images peuvent-elles se former? J'avoue que je n'y comprends rien. Car dans votre belle expérience avec la lame de rayons solaires, vous n'avez obtenu qu'une image prismatique et pas trois,

Mr. de P. J'avois alors des rayons parallèles; mais à présent nous avons des rayons divergents, qui

partent de chaque point de notre petit dessein et parcourent dans tous les sens les couches de fluide, qui produisent leurs inflexions.

Pour concevoir comment ces trois images peuvent se former, veuillez suivre la pointe de mon crayon dans la figure (fig. 78) que je vais dessiner à la règle et au compas. DE représente une partie de la face BF de l'instrument ABFE de la figure précédente, Co est la limite entre les deux liquides, oE la très petite hauteur jusqu'où l'action sensible des couches de divers pouvoirs réfringents s'étend vers le bas; et nous supposons un espace égal vers le haut. AB est le dessein, O l'oeil de l'observateur. Supposons enfin, pour la facilité de dessiner la figure, que la marche des rayons de lumière partants du petit dessein et traversants l'épaisseur BE de l'instrument, soit rectiligne et que ces rayons se rompent à la face DE. Si en outre vous voulez, madame, vous souvenir que près de la limite Co la différence de pesanteur spécifique et parconséquent de pouvoir réfringent des couches de liquide est au maximum et diminue très rapidement à mesure que les couches s'éloignent de la limite, alors vous aurez tout ce qu'il faut pour résoudre notre problème.

De tous les points tels que B et A de l'objet il part des rayons qui traversent les couches réfringentes dans toutes les directions, et vous concevez que les rayons Ah et Bg, très peu courbés par les couches inférieures, pourront arriver en O. Si l'oeil de l'observateur se trouvoit plus haut ou plus bas, ce seroient des rayons voisins de ceux-là qui arriveroient. Ainsi l'oeil

[redacted]

voit l'objet AB en ab, dans les directions rectilignes Ogb et Oba, c. à. d. un peu au dessus de l'objet.

Suivez à présent le rayon Bo qui s'approche de la limite Co; il pourra atteindre l'oeil en O, qui verra par là le point B en d. Mais le rayon An tombant au dessous de o, pourra également atteindre le point O; et l'oeil verra le point A de l'objet le long du rayon prolongé Onc, et recevra par conséquent une image renversée come cd. Enfin les rayons Bm et Au pourront atteindre également le point O et offrir à l'oeil l'image droite ef dans les directions Ome, Ouf.

Mr. de L. Je crois concevoir la possibilité de ces trois images d'un seul et même objet pour un très grand nombre de personnes ou de points O. Mais quelle est la cause de ce phénomène dans l'air?

Mr. de P. Il n'a lieu que sur de très grandes plaines de terre-ferme ou d'eau, plusieurs heures après le lever du soleil et pendant un tems chaud et très calme. Ces trois conditions indiquent qu'il se forme à la surface de la terre ou de la mer une couche d'air capable de produire ces réfractions, c. à. d. composée de couches infiniment minces d'une inégale densité et propriété réfringente, tellement rangées que le maximum de différence et parconséquent le maximum de réfraction a lieu près de terre. Car alors l'oeil de l'observateur recevra les rayons des objets éloignés le long d'une courbe dont la concavité est tournée vers le sol et procurera parconséquent des images plus élevées que l'objet. Le calorique, développé par les rayons solaires, qui augmente la température du sol, échauffe par là l'air in-

férieur jusqu'à une hauteur indéfinie, et précisément comme il faut pour former les couches d'air d'inégal pouvoir réfringent, comme nous l'avons vu dans le chapitre de l'Optique. Ainsi ces effets de réfraction auront lieu chaque fois que le sol s'échauffera considérablement par les rayons du soleil et que nul vent ne troublera la formation de ces couches qui, quoique un peu plus légères que les supérieures, se tiendront cependant dans cette partie basse de l'atmosphère, rien ne rompant l'équilibre des colonnes d'air; mais dès que le moindre vent survient, cet ordre des couches de l'air est troublé et le phénomène disparoit.

Mr. de L. Cette explication est complette et me plait singulièrement, d'autant plus que je conçois que, si la différence des pouvoirs réfringents n'est pas si grande dans l'air que dans les deux liquides de l'expérience, la longueur des couches peut compenser suffisamment ce défaut.

Mr. de P. Ainsi vous ne serez pas fâché d'apprendre, mon Général, que lorsqu'on produit ces couches d'air par une barre de fer, longue de 3 à 4 pieds et chauffée jusqu'au rouge, on produit la première et la seconde image.

Mr. de L. C'est la seule expérience qui manquoit encore à cette belle théorie.

Mr. de P. La vapeur d'eau augmente le pouvoir réfringent de l'air; ainsi l'évaporation pourra produire les mêmes effets, pourvû que la couche d'air conserve sa transparence. Aussi crois-je que le mirage sur mer est plutôt produit par l'évaporation que par la chaleur de

[redacted]

la surface de la mer, qui de jour est toujours moindre que celle de l'air.

Mr. de R. Peut-on aussi imiter cette singulière Optique avec de la vapeur?

Mr. de P. Oui; mais il faut une substance qui s'évapore bien plus abondamment que l'eau, par ex: de l'éther, si l'on veut produire la seconde image avec une couche de peu de longueur. On prend une planche longue de 6 à 10 pieds, le long de la quelle on fait une large rainure de peu de profondeur; ou bien on cloue sur la planche une cuvette de fer blanc de quelques pouces de largeur et de quelques lignes de profondeur, qu'on place bien de niveau et dans la quelle on verse de l'éther, ayant soin que l'air soit bien tranquille. Un objet placé au bout de cette surface évaporante et vu de l'autre bout, offre deux images, dont la supérieure est renversée.

Je dois encore vous parler d'un phénomène atmosphérique, de la *lumière zodiacale*, que je ne sais où ranger et que j'ai par cette raison réservé pour ce moment où nous allons terminer la série des phénomènes de notre atmosphère. La lumière zodiacale est une lueur blanche, un peu plus forte que celle de la voie lactée, à travers la quelle on voit encore les petites étoiles de la cinquième et sixième grandeur. Elle ne paroit guères qu'aux environs des équinoxes; au printems le soir après le coucher du soleil et après l'aurore, à l'Ouest; en automne le matin avant le lever du soleil et avant l'aurore, à l'Est. Sa figure est celle d'un triangle un peu curviligne, très allongé et incliné vers l'horizon.

Le célèbre Mairan regarde ce phénomène comme

appartenant au soleil; à qui il attribue, de concert avec la plûpart des autres Astronomes, une atmosphère d'une figure de sphéroïde très applati, à l'extrémité de la quelle se trouve notre Terre. Mairan laisse indécis si cette atmosphère solaire luit par elle-même ou si elle devient lumineuse par le contact de l'atmosphère terrestre, mais il prouve avec beaucoup de sagacité que les phénomènes de l'apparition de la lumière zodiacale se rapportent tout-à-fait à l'apparition d'un segment de l'atmosphère solaire, qui doit prendre pour nous la figure d'un triangle alongé, dont les côtés sont un peu courbés. Cette hypothèse a eu bien des partisans et auroit triomphé généralement si les apparitions observoient la constance et la précision astronomique que Mairan leur suppose. Mais déja le vieux Cassini a observé la lumière zodiacale aux environs du solstice d'hyer, soir et matin, et parconséquent dans un tems où l'hypothèse de Mairan ne lui permet pas de paroitre. D'autres Physiciens ont reproché à la lumière zodiacale beaucoup d'autres inconstances, une lumière quelquefois scintillante, souvent du fard rouge ou jaune et des tremblemens qui ne siéent pas du tout à une atmosphère solaire; aussi la dégradent-ils en en faisant une aurore boréale, tandis que Mairan tâche d'élever les aurores boréales à la dignité de lumière zodiacale.

Mde. de L. Ne feroit-on pas mieux, monsieur de P., d'avouer que l'on ne comprend proprement rien à l'origine de ces deux phénomènes.

Mr. de P. Cet aveu de notre ignorance, au quel je souscris très volontiers, ne pouvoit venir plus à pro-

[redacted]

pos, puisqu'il fait l'épilogue qui termine la *Physique de la terre* proprement dite et peut servir d'exorde à la *Géologie* que nous commencerons demain, si madame de L. n'a pas de répugnance à se transporter sur un champ où l'on donne un essor complet à l'imagination.

Mde. de L. Tout au contraire. Je serai charmée d'entrer dans ce champ, brillant de tout ce que l'imagination a pu concevoir.

Mr. de L. Et de toutes les folies que l'esprit humain a pu engendrer.

Mr. de R. Dont nous nous amuserons gaiment.

Mr. de V. (*tout bas à monsieur de P.*) Je pense que vous tremperez le vin de ces messieurs en nous donnant autre chose quelque que des hypothèses qui réveillent de plus notre gaieté.

Mr. de P. (*tout bas.*) Vous pouvez y compter.

GÉOGNOSIE ET GÉOLOGIE.

[redacted]

Cent septième entretien.

Mr. *de P.* J'ai promis hier à mon aimable auditoire de commencer la *Géologie*, cette science qui autrefois osoit vouloir nous raconter comment notre globe s'est formé, mais qui aujourd'hui a la modestie très motivée et très juste de se borner à nous faire entrevoir comment l'écorce de notre globe a pris naissance, à nous expliquer l'origine des nombreuses couches de rochers et de pierres qui la forment, leur composition chimique, leur structure et leur position, et à construire théorétiquement les montagnes et les vallées, et les formes infiniment variées que cette écorce nous offre, formes qui sont la physionomie physique de pays entiers comme celle du paysage.

Mr. de R. L'esprit humain doit se plaire à ces spéculations, à ces conceptions sublimes, qui lui découvrent les causes de tout ce qui l'entoure et font en quelque sorte naitre les objets sous les traits de l'imagination et de la Science. La Géologie est une vraie création.

Mr. de V. A mon âge on ne prend plus feu comme monsieur de R., dont le noble enthousiasme seroit bien

pu concevoir que De Luc, semblable en ceci à Newton (qui vouloit calculer les époques de l'Apocalypse) ait donné dans cette erreur, qui avoit déja été produite et réfutée avant lui,

Mr. de P. Entrons en matière et permettez moi de vous donner une esquisse de la Géognosie avant de vous parler de Géologie, pour ne pas commettre la faute du plus grand nombre des Naturalistes qui ont écrit sur cet objet, entre autres du célèbre Werner, le père de Minéralogie moderne, et de l'excellent d'Aubuisson de Voisins qui vient de publier son traité de Géognosie, je veux dire la faute de mêler les explications sur la formation avec les descriptions et la faute plus grâve encore de ranger les objets à décrire d'après un système géologique.

Mde. de L. Est-il possible qu'on commette de pareilles fautes?

Mr. de P. On fait cette question, lorsque, comme vous, madame, on n'a pas l'esprit imbu de préjugés, lorsqu'on n'est pas né, pour ainsi dire, dans un système, lorsqu'on apporte une âme neuve et simple dans le sanctuaire de la Scicnce. Mais lorsqu'on se rend à l'autorité d'un système sur la foi d'un nom célèbre, et lorsqu'on veut exclure la Chimie, la Physique et la Mécanique des travaux de la Nature, alors, pour faire quelque chose, l'on confond tout et l'on force la Nature à se mouler dans le système au lieu de couler le système sur le moule que la Géognosie doit nous offrir.

Le Comte C. Vous êtes bien sévère et les Géognostes ne vous sauront pas gré de ce reproche.

Mr. de P. Aussi me gardé-je de faire imprimer ces choses-la, et j'espère bien qu'elles resteront entre nous. Car ces messieurs sont les Rois des rochers et ils pourroient, semblables aux Dieux d'Homère, m'en lancer un à la tête, qui mettroit fin tout d'un coup à mes argumens.

Vous connoissez, madame, les terres, les alkalis et les métaux que la Chimie traite avec tant de soin. Ce sont ces substances qui forment les rochers et toutes les masses qui composent l'écorce de notre globe, à l'exception de quelques unes que nous devons au règne végétal. Mais toutes ne sont pas également importantes au Géognoste.. Et pour nous surtout, qui ne voulons avoir qu'une exquisse du grand tableau géologique, nous nous en tiendrons principalement a la *silice*, *l'alumine*, *la chaux* et le *fer*, sans au reste nous interdire tout recours à quelques autres, nommément a la magnésie, que les Minéralogistes nomment *talc*. Ces quatre substances sont celles qui sont le plus répandues dans les minéraux et nous nous attacherons à elles principalement pour éviter les détails qui borneroient la vue et l'empècheroient de saisir l'ensemble.

La Nature ne nous offre presque nulle part ces quatre substances dans leur état de pureté comme la Chimie le fait. Elles se trouvent combinées et mêlées par les affinités et l'attraction de surface dans les grandes masses que nous considérons. Or il est clair que ces combinaisons et mélanges pourroient varier à l'infini. Mais la Géognosie est parvenue à les réduire à cinq espèces principales, qu'on nomme *pierres*, et qui conservent généralement et assez bien la proportion de

leurs élémens. Je vais avoir l'honneur de vous en lire les proportions pour chacune d'elles, telles que la Chimie a pu les livrer, dans la supposition de 1000 parties du composé.

Le *Quarz*: 980 parties de silice, 5 parties d'alumine, 10 parties d'eau.

Le *Feldspath*: 650 de silice, 200 d'alumine, 120 de potasse, 12½ de fer, 5 d'eau.

Le *Mica*: 470 de silice, 200 d'alumine, 130 de potasse, 155 d'oxide de fer, 17½ d'oxide de manganèse.

Le *Phyllade*: 471 de silice, 267 d'alumine, 41 de chaux, 141 d'oxide de fer, 80 de talc.

L'*Amphibole*: 420 de silice, 120 d'alumine, 110 de chaux, 320 d'oxide de fer, 7½ d'eau et un soubçon de potasse,

La chaux se distingue des autres substances en ce qu'elle forme, sans autre terre et presque sans métaux, de très grandes masses, où elle ne se trouve combinée qu'avec de l'eau et des acides. L'acide carbonique combiné à la chaux en diverses proportions produit la *pierre calcaire commune*, les *marbres* et la *craie*. L'acide sulfurique produit les *gypses* dont la plus belle espèce est l'albâtre. L'acide fluorique livre le sulfate de chaux, mais en si petite quantité qu'on ne le compte pas.

Un simple coup-d'oeil, jetté sur les proportions des substances dont les pierres sont composées, prouve clairement que *la Nature ne s'est assujettie à aucune loi dans les compositions des pierres* et que nous devons uniquement à la Géognosie l'avantage de les pouvoir ranger sous un petit nombre d'espèces. Le même

coup-d'oeil nous dira que la silice domine dans toutes les pierres composées, plus ou moins, mais toujours avec une grande prépondérance, et si nous considérons d'un côté que le sable de la mer et celui de la terre n'est presque composé que de quartz, pierre éminemment siliceuse, et de l'autre que les terres calcaires ne font qu'une partie extrêmement petite de la croute de notre globe, nous en conclurons que la silice est, de toutes les matières qui composent les minéraux, assurément la plus abondante.

Mde. de L. Mais, mon cher monsieur de P., pensez-vous, en nous parlant de toutes ces pierres, que moi, qui ne les ai jamais vues et qui n'ai jamais étudié la Minéralogie, n'entendrai rien à tout ce que vous allez nous dire?

Mr. de P. Vous avez, madame, parfaitement raison. Aussi vais-je avoir l'honneur de vous décrire ces pierres le mieux que je pourrai, sans vous fatiguer du grand nombre de caractères de chacune d'elles, que le Minéralogiste doit connoitre assurément, mais que vous auriez oubliés demain. Je crois pouvoir vous dispenser de ces détails ennuieux d'autant plus qu'ils ne sont d'aucune utilité à la Géologie. Je vous ai déja donné la composition chimique des pierres, qui est celle qui importe le plus à cette science. Les autres caractères sont la cristallisation, la transparence, la dureté, la cassure, la pesanteur spécifique, la fusibilité et la couleur, Disons un mot de ces sept caractères.

La *cristallisation* est une propriété de la plûpart des pierres. Ainsi nous distinguons la texture cristalline et la texture informe. Parmi les pierres douées

de cristallisation on distingue celles qui ont des surfaces régulières de celles qui ont des surfaces irrégulières. Les premières se nomment *cristaux*, les autres *pierres cristallines*. Un morceau de quarz, par ex: détaché d'une masse de granite, n'a aucune forme régulière à son extérieur, mais le cristal de roche est conformé régulièrement, est un cristal parfait en tout sens.

Mr. de T. Ainsi la régularité extérieure n'est pas un effet nécessaire de la cristallisation?

Mr. de P. Il l'est toutes les fois que la cristallisation peut se former en toute liberté sans influence extérieure, ce qui n'a pas toujours lieu. Lorsque plusieurs substances cristallisent à la fois et à part dans une même masse, chacune selon sa propre loi, comme par ex: dans le granite, alors ces formations particulières se gênent mutuellement dans leur travail et empèchent les lames cristallines d'acquérir à l'extérieur toute leur étendue, ce qui forme d'autres faces que celles que le cristal doit avoir.

Tous les cristaux et toutes les pierres cristallines ont un certain degré de *transparence*, au moins quand on les amincit assez. Mais les pierres non cristallines n'ont aucune transparence (à l'exception des corps vitrifiés) quelque minces que soient leurs lamelles.

La *dureté* est difficile à déterminer avec justesse. Un corps peut être très dur et cependant se casser facilement. Ainsi le poids, qu'une pierre peut porter sans en être écrasée, ne peut servir de mesure pour la dureté. Faute de mieux on essaye la dureté d'une pierre en tracant avec force des raies sur du verre ou sur

d'autres pierres avec un fragment tranchant de la pierre dont on veut connoitre la dureté. On se sert aussi du briquet, en employant la pierre en question comme une pierre à fusil. Si elle donne du feu, on la range parmi les pierres les plus dures.

La *cassure* est l'aspect qu'offrent les faces intérieures d'une pierre qu'on vient de casser. Celle des cristaux est toujours luisante et, à peu d'exceptions près, plane lorsqu'elle est parallèle aux fissures. Celle des pierres cristallisées est également luisante mais à différens degrés et l'on compare différentes espèces de luisant à celui d'autres corps connus, comme la nacre, le lard ou la graisse, le métal etc. Elle n'est pas toujours plane, souvent lamelleuse, souvent en forme de coquille, dont une face est convexe et l'autre concave. D'autres fois elle affecte la figure de rayons, de fibres etc. La cassure transversale des cristaux affecte les mêmes variétés. Dans les pierres informes la cassure se nomme compacte, lorsque les surfaces sont lisses sans être luisantes, granuleuse lorsqu'elles offrent des aspérités arondies comme de fins grains et terreuse lorsqu'elle offrent des aspérités plus fines et angulaires. Plus la cassure approche de la cassure compacte et plus la pierre est dure.

La *pesanteur spécifique* paroit devoir être un caractère essentiel des pierres et ne l'est pourtant pas dans le sens géognostique; car il est prouvé que la même pierre qu'on nomme Quarz, Mica, Feldspath, pierre calcaire, varie assez considérablement d'individu à individu. Néanmoins il est intéressant pour la Géognosie et la

Géologie de connoitre cette propriété non seulement des pierres, mais aussi des roches.

La *fusibilité* est la propriété de devenir liquide par différents degrés de chaleur. Elle varie d'une pierre à l'autre. Les Quarz sont les moins fusibles de toutes les pierres. La silice pure est infusible au feu de réverbère et ne le devient que par le mélange avec d'autres terres et surtout avec les alcalis et les oxides de métaux, qui font avec la silice la composition des verres.

La *couleur* des pierres est quelquefois caractéristique, souvent accidentelle. Ce qu'il y a de sûr, c'est que les couleurs des pierres sont dûes aux métaux ou plutôt à leurs oxides, très rarement a un peu de carbone.

Mr. de R. Ainsi les métaux sont les peintres de la nature minérale; ce sont eux qui fournissent toutes ces couleurs si variées et si frappantes que nous étalent les cabinets de Minéralogie.

Mr. de P. Assurément et quoiqu'elles ne soient pas toutes essentielles au caractère des pierres, néammoins on ne manque pas de les nommer, par ce qu'elles conviennent de règle à telle ou telle pierre et l'on allègue les exceptions. Mais la désignation des couleurs et de leurs nuances est très difficile, le Chromètre (instrument pour graduer les couleurs) que monsieur le Comte a imaginé, n'étant pas encore exécuté. Au défaut de mieux le Minéralogiste compare les couleurs de ses pierres avec celles d'autres objets connus.

Après ces préliminaires, qui peut-être vous ennuient, madame, mais qui sont indispensables, je puis en venir a décrire nos pierres.

Mde. de L. Pourquoi m'ennuieroient-ils? La vraie science n'a pas besoin de descriptions poëtiques pour intéresser et attacher. Lorsqu'elle nous fournit de ces belles descriptions, c'est un mérite de plus, un nouveau droit à notre reconnoissance, qu'elle s'acquiert.

Mr. de P. Cette bonté de votre part, madame, me fait un devoir de vous épargner plusieurs divisions et subdivisions, qui peuvent être fort utiles au Minéralogiste de profes ion, mais dont la Géognosie et la Géologie se soucient d'autant moins qu'elles varient d'un auteur à l'autre.

Le *Quarz* est de règle une pierre cristallisée, mais aussi très souvent un cristal parfait, de forme de prisme à six faces, terminé à ses deux bouts en piramides à six côtés. Il ne cède en dureté qu'au Diamant, raie le verre et donne du feu au briquet. Sa cassure transversale (perpendiculaire à l'axe) est de forme de coquille. La couleur et la transparence indiquent plusieurs espèces, dont les principales sont:

Le *Cristal de roche*, sans couleur et de la plus grande transparence, cristal parfait dont la grosseur varie d'un diamètre à peine sensible jusqu'à un diamètre de 2 ou 3 pieds et plus. Pesanteur spécifique $2\frac{653}{1000}$.

Le *Quarz ordinaire*, jamais tout-à-fait transparent, souvent un peu blanchâtre, affectant plusieurs couleurs, le plus souvent rougeâtre en teintes très variées depuis la plus légère jusqu'au rouge de sang. Pesanteur spécifique moyenne $2\frac{650}{1000}$.

L'*Améthyste* affecte différentes couleurs dans le même morceau, de règle violet, puis brun d'oeillet,

gris de perle, verdâtre, olive, qui passent de l'une à l'autre par différentes nuances quelquesfois séparées par des couches parfaitement transparentes.

La *pierre à fusil*, grise de toutes nuances, jaune sâle et brun rougeâtre. Sa pesanteur spécifique moyenne est 2½.

La *Calcédoine*, le plus souvent blanche de lait et bleue, mais aussi verdâtre et jaunâtre et souvent tachée, striée ou offrant des figures de nuages.

La *Carnéole*. Sa couleur dominante est rouge de sang, mais affectant souvent toutes les teintes de rouge excepté celles qui tiennent du bleu, quelquesfois jaune de cire plus ou moins foncé. Elle est très peu transparente.

L'*Opale* a plusieurs variétés. Sa couleur ordinaire est le blanc de lait quelques fois grisâtre, jaunâtre, rarement rouge ou verd. Il n'est que peu transparent et se distingue des autres pierres de ce genre en ce que, vu à jour, sa couleur est jaunâtre (d'où vient le mot opaliser) et par sa moindre pesanteur spécifique qui ne va guères que jusqu'à 2. Une de ces variétés est l'hydrophane, dont nous avons parlé dans l'Optique.

Le *Jaspe* offre toutes les nuances de rouge jusqu'au brun foncé, aux quelles il ajoute quelquesfois du gris, du jaune, très rarement du bleu, et toujours en bandes parallèles, dont les couleurs passent par plusieurs nuances les unes aux autres. Ces bandes ou bandelettes ne sont pas toujours droites, mais souvent rompues sous différents angles, de sorte que la coupe offre des figures angulaires, concentriques, à faces parallèles, qui ressemblent assez a un dessein de fortification.

L'*Agate* est une pierre composée de plusieurs des pierres que je viens de nommer, principalement de calcédoine, de pierre à fusil, de jaspe et de quarz ordinaire. C'est de l'assemblage de ces différentes pierres fondues en une seule que se forment les jolies figures infiniment variées que nous offre l'agate.

Mde. de L. Voilà bien des pierres appartenantes à une seule famille!

Mr. de P. Leur nombre est bien plus considérable et je serai forcé à la suite de vous en nommer encore deux ou trois. Aussi la famille des pierres de quarz est-elle la plus importante à la Géologie.

La famille des Feldspath offre également plusieurs espèces dont je ne vous décrirai que le *feldspath ordinaire.* On le trouve en cristaux parfaits, en forme de colonnes plattes, a 6 faces, dont deux opposées sont plus larges que les autres. Ses extrémités sont comme tranchées de biais et forment en quelque sorte une moitié de toit. On le trouve encore plus souvent comme pierre cristallisée. Il n'a que très peu de transparence. Sa couleur ordinaire est le blanc rougeâtre, par fois très rouge, quelquefois le blanc pur, rarement jaunâtre. On compte aussi au nombre des feldspath une famille de pierres bleues et vertes, mais dont la composition contient beaucoup plus d'alumine que les vrais feldspath. C est dans cette famille que se trouve la pierre Lazuli, parsemée de paillettes d'or et teinte du plus beau bleu, qui fournit l'outremer. Le feldspath est beaucoup moins dur que le quartz et se décompose assez facilement par l'action de l'air et de l'eau. C'est un in-

grédient principal de la porcelaine. La belle pierre de Labrador de couleur gris de fumée, mais qui réfléchit ces vives couleurs de bleu, de rouge et de verd, est un feldspath.

Le *Mica* est un cristal en feuilles sexangulaires, qui se détachent assez facilement et sont transparentes et brillantes comme du verre. Sa couleur la plus commune, lorsqu'il est en masses de quelque épaisseur, est un gris très foncé, presque noir. On en trouve aussi de blanc, de jaunâtre et de verd de plusieurs nuances. Du reste le mica forme une famille d'une dixaine de membres, dont aucun ne nous intéresse que le plus commun que je viens de décrire.

Le *Phyllade* n'est point cristallisé et n'a aucune transparence. Il est composé de plaques (ce que l'on nomme texture schisteuse) ordinairement de gris foncé et de noir bleuâtre, souvent de gris verdâtre, qui se délitent le plus souvent en feuillets minces, dont la surface est tantôt lisse, tantôt striée ou ridée. La cassure est toujours matte et terne, quoique les feuillets soient luisants. Cette pierre est tendre et se décompose facilement par l'influence de l'atmosphère. C'est le Phyllade qui nous fournit l'ardoise et quelques pierres à aiguiser.

L'*Amphibole* est un vrai cristal en forme de co-[illegible]. Imaginez un prisme rhomboidal à 4 côtés, et [illegible] là où sont les deux petits angles, on fasse une [illegible]pendiculaire, qui enlève l'arête; vous aurez [illegible] cette colonne, dont les bouts se terminent [illegible] en pointe par trois facettes triangulaires.

Ce cristal est opaque et luisant, de couleur noire ou verte très foncée. Il se distingue des autres pierres par une odeur particulière lorsqu'on souffle dessus l'haleine chaude. Il est difficile à fondre.

Les *pierres de chaux* composent plusieurs familles nombreuses. Nous ne tenons compte que de deux, de celle qui est composée de carbonate de chaux et de celle qui est composée de sulfate de chaux. La première comprend les pierres calcaires, la seconde les Gypses.

La *pierre calcaire* se trouve d'abord en cristaux, dont la forme est toujours le rhomboëdre, c. à. d. le cube oblique. La plus belle espèce est le spath d'Islande à double réfraction et parfaitement transparent et luisant, que vous avez appris à connoitre dans l'Optique. Elle se trouve de plus cristallisée dans de grandes masses de roches calcaires, où la cristallisation est plus ou moins apparente, qui dans les marbres commence à disparoitre, dans la roche calcaire n'est plus sensible et dans la craie bien certainement n'existe pas du tout. La couleur de la pierre calcaire est le blanc, qui passe au gris et même au gris foncé. Dans les marbres on trouve toutes les couleurs, ondoyées, tachetées, veinées, striées, etc. La craie pure est toujours blanche. Les stalactites sont de la pierre calcaire, et vous savez déja qu'elles ont plus ou moins de transparence, ce qui indique une cristallisation plus ou moins consommée.

Les *Gypses* affectent plusieurs cristallisations. Tantôt c'est une courte colonne oblique à quatre ou à six

côtés, dont les bases se terminent par une pyramide de différents nombres de faces. Tantôt ce sont des cristaux en forme d'aiguilles agglutinées les unes aux autres, soit parallèlement, soit en figure de rayons. Tantôt ce sont des feuillets qui ne se détachent pas facilement. Quelques espèces de Gypses ne sont pas du tout cristallisés. L'albâtre, dont on se sert en sculpture, soit comme pierre de taille, soit pour faire des figures moulées, est compacte et un peu transparent. Sa couleur est le plus beau blanc. D'autres gypses sont gris de diverses teintes, jaunâtres, rougeâtres, rouges, verdâtres, souvent tachés et veinés. Les Gypses offrent deux singularités chimiques. L'une est que leurs proportions de l'acide à la chaux sont, à ce que l'on assure, invariables dans toutes les espèces, malgré la grande variété de cristallisation, quant au genre de figure et au degré de perfection. La plus ou moins grande quantité d'eau qui entre dans leur composition seroit-elle la cause de cette variété? La seconde singularité est que, quoique les gypses en général aient beaucoup plus d'eau de cristallisation que toute autre pierre calcaire, on en trouve cependant qui n'en ont pas du tout.

Mde. de L. Vous nous avez désigné les couleurs des différentes pierres. Ne nous direz-vous rien des métaux à qui nous les devons?

Mr. de P. Oui et non, madame. Non, si vous désirez que je vous parle des métaux comme des substances colorantes; car vous savez que ce sont les oxides de métaux qui donnent leurs propres couleurs aux pierres, et vous connoissez déja ces couleurs que j'ai eu l'hon-

neur de vous nommer au chapitre de la Chimie. J'ajouterai seulement que le deutoxide et le tritoxide de fer sont à beaucoup près les plus fréquents. Quant aux métaux considérés comme corps à part dans le règne minéral, je dois les ranger dans une classe particulière, celle des substances inflammables.

Le jeune de L. Les pierres ne sont-elles pas du tout inflammables. Le diamant par exemple?

Mr. de P. Le diamant est inflammable, et c'est précisement la raison qui l'a fait exclure du nombre des pierres. Le diamant est, comme le charbon, inflammable et non fusible; les pierres sont fusibles et non inflammables.

La *classe des matières inflammables minérales* comprend deux sortes de substances, les métaux et le soufre, à quoi l'on ajoute des compositions de carbone et d'hydrogène, bien que ces substances n'appartiennent pas au règne minéral proprement dit, mais par ce qu'elles se trouvent en très grandes masses pêle-mêle avec les minéraux, n'offrant plus la structure organique.

Deux métaux, l'or et le platine, ne se trouvent que sous la forme métallique.

Le jeune de L. Cela ne prouveroit-il pas que la Nature n'a jamais composé d'acide muriateux, puisque c'est le seul qui puisse oxider ces métaux?

Mr. de P. Cette remarque est juste, quoique le raisonnement, sur le quel elle s'appuie, ne soit pas applicable partout.

Les autres métaux paroissent rarement sous la forme métallique, mais, de règle, ou comme oxides ou comme sulfures. Le fer, le plus répandu de tous les métaux, comme la silice est de toutes les terres la plus abondante, se trouve oxidé dans toutes les pierres et par-conséquent dans toutes les roches.

Mr. de T. A l'exception du quarz, mon cher ami, dans la composition du quel vous n'avez pas annoncé de fer.

Mr. de P. Vous n'avez pas tort si vous parlez du cristal de roche, qui n'a aucune couleur. Mais quant aux autres quarz, qui sont tous colorés, ils contiennent certainement plus ou moins d'oxide de fer.

Le *soufre* pur se trouve principalement sur les volcans ou dans leurs environs. Mais on le trouve uni aux métaux et surtout au fer dans bien des endroits où l'on ne trouve point de signes extérieurs d'un volcan. Les sulfures se nomment pyrites en Minéralogie.

Les composés de carbone et d'hydrogène, recélés dans le sein des roches, sont la pétréole et la houille ou charbon de terre. L'une et l'autre ont beaucoup de variétés, qui mutuellement se servent de passage l'une à l'autre.

La *pétréole* est une espèce d'huile, qui dans sa plus grande pureté est très liquide, limpide et sans couleur. Elle brûle avec une odeur agréable. Elle prend une couleur jaune-clair, plus foncé, brun et presque noir, et perd de sa liquidité à mesure qu'elle gagne en couleur. Ce changement, que la pétréole pure a subi, a l'air d'une carbonisation. On la nomme alors *bitume*.

sance, comment elle les a mêlées ou réunies pour en composer la croute de notre globe.

Les pierres composent les *roches*, c. à. d. ces masses minérales d'une assez grande étendue pour pouvoir être considérées comme parties essentielles de la croute de notre globe. Ce sont elles que nous allons considérer du côté de leur *structure*, c. à. d. la construction de chaque espèce de roche. La première structure est celle des roches qui n'ont point de structure.

Mr. de L. Voilà qui est nouveau, au moins en Logique.

Mr. de P. Comme vous voudrez, Général. Nous ne pouvons pas supposer une structure de roche, c. à. d. un arrangement de différentes pierres, à une roche qui n'est composée que d'une seule pierre. Telles sont par ex: les *calcaires*. Nous ne pouvons trouver à cette roche que la texture de la pierre dont elle est composée, et vous la connoissez déja.

La seconde structure est celle dont les parties sont aggrégées l'une à l'autre, en quelque sorte accollées, mais sans ciment ni colle quelconque. L'attraction de surface est ce qui les tient souvent avec la plus grande force l'une à l'autre. Cette structure se nomme *structure granitique*.

La troisième est celle dont les roches sont composées d'nne pâte minérale qui fait la plus grande partie de la masse, dans la quelle se trouvent des pierres, plus ou moins étrangères à la pâte, et cristallisées. C'est la *structure porphyrique*.

[illegible] structure à part dont [illegible] plusieurs [illegible] La pâte fait [illegible] Les [illegible] de [illegible] parties dis- [illegible] grains de sable. [illegible] sont [illegible] qui [illegible] de [illegible] d'alumine ou de [illegible]

[illegible] structure à part dans [illegible] arron- [illegible] gros- [illegible] ent [illegible] est la structure [illegible]

[illegible] structure schisteuse. [illegible] lamel- [illegible] que l'on [illegible] de ces [illegible] sur [illegible] parallèlement et [illegible] surface qui [illegible] Cette struc- [illegible] non seulement [illegible] dans plu- [illegible] mais aussi dans d'autres, con- [illegible] structure granitique.

[illegible] pas structure ces formations

ce

de roches dont les parties paroissent avoir eté mélangées irrégulièrement en forme de pâte liquide, sans grains ni noyaux, et au nombre des quelles on peut ranger presque tous les marbres de couleur.

On trouve enfin plusieurs roches qui ont plus d'une structure. Il suffit pour notre but de savoir qu'elles existent, et je vous ai déja nommé la plus importante de ces doubles structures dans la combinaison de la structure granitique et schisteuse.

Mde. de L. Voilà bien des structures! Comment reconnoitrai-je les roches qui y appartiennent?

Mr. de P. Il suffira de les nommer et de vous en indiquer la composition. Permettez moi de le faire sur le champ, quant aux principales; car la dénomination de toutes les espèces et variétés ne pourroit que vous fatiguer sans utilité.

La première structure comprend les *calcaires*, les *gypses*, les *houilles compactes*, et des *couches de Quarz.*

La seconde comprend le *granite*, composé de Quarz, de Feldspath et de Mica en proportions variables et en grains de différentes grosseurs, dont les plus fins sont à peine visibles et les plus gros comme le pouce. Le Feldspath domine de règle et le Mica est en moindre quantité. La *Siénite* a les trois pierres du granite et en outre de l'amphibole. Le Feldspath y domine également. La *Diabase* est composée principalement d'amphibole et de feldspath, en grains de différentes grosseurs.

Nous ne devons pas oublier ici une espèce de grès

La quatrième est aussi une structure à pâte dont les parties entremêlées sont des fragmens de plusieurs autres minéraux, cristallisés ou informes. La pâte fait souvent ici la moindre partie du tout. Les roches de cette structure s'appellent *grès*, lorsque les parties disséminées sont très petites comme des grains de sable. Elles se nomment *brèches* lorsque ces morceaux sont plus gros et anguleux. Enfin ce sont des *poudingues* lorsque ces morceaux sont arrondis. Il est des grès qui ne sont composés que d'une seule espèce de pierre, de grains de quarz agglutinés par un peu d'alumine ou de chaux.

La cinquième est encore une structure à pâte dans laquelle les parties hétérogenes sont des masses arrondies, plus ou moins oblongues et cristallisées intérieurement. Ces morceaux, qu'on trouve de toute grosseur dans les roches de cette structure, se nomment noyaux, amandes, glandes etc. et la structure est la *structure amygdaloïde*.

Enfin nous avons encore la *structure schisteuse*. Les roches qu'elle comprend sont composées de lamelles, de feuilles, de tables ou strates, noms que l'on employe pour exprimer la ténuité ou l'épaisseur de ces parties apposées les unes sur les autres parallèlement et retenues ensemble par une attraction de surface qui cède ordinairement à de foibles efforts. Cette structure se retrouve non seulement exclusivment dans plusieurs espèces de roches, mais aussi dans d'autres, conjointement avec la structure granitique.

Nous ne nommerons pas structure ces form

composé uniquement de grains de quarz bien cristallisés, agglutinés par la seule attraction de surface et sans aucun ciment.

Mr. de R. Ainsi la structure granitique comprend des roches composées d'une, de deux, de trois et de quatre pierres.

Mr. de P. Elle se joint en outre à la structure schisteuse pour former le *Gneis* qui est un vrai granite feuilleté et le *Schiste micacé* qui n'a point de Feldspath mais une grande quantité de Mica.

La troisième structure comprend les *porphyres*, roches qui n'ont été considérés sous leur vrai point de vue que dans ces derniers tems, surtout par l'excellent Géognoste d'Aubuisson. Nous avons à considérer dans cette espèce de roche la pâte et les grains, et cette considération fournira des données importantes pour la Géologie.

La *pâte* des porphyres paroit être une substance tout-à-fait homogène, de couleur gris-rougeâtre, rouge brun, verdâtre, verd et verd-noirâtre. Mais un examen plus exact et surtout la comparaison de tous les porphyres l'un à l'autre et avec le granite le plus fin, a décidé que la pâte des porphyres est une masse granitique où l'oeil ne distingue plus les cristaux dont elle est composée. Cette masse suit même les espèces granitiques que nous avons nommées, en ce qu'elle contient tantôt les élémens du granite, tantôt ceux de la siénite. Les premiers sont de teinte rouge ou rougeâtre comme le feldspath qui en fait la partie dominante et se nomment *porphyres euritiques*. Les

autres, qui contiennent de l'amphibole et tiennent de la couleur verte, se nomment *porphyres siénitiques.* Les plus foncés ont apparemment les principes de la diabase. Dans quelques porphyres la masse se trouve contenir un surplus de Quarz et on les nomme *porphyres Kératiques*, les porphyres de Hornstein des Allemands.

Mde, de L. Voilà bien des noms pour ma petite mémoire.

Mr. de P. Vraiment, madame; mais il y a ici un conseil à vous donner, celui d'oublier les noms et de garder les choses.

Tous ces porphyres ont une cassure brillante, qui indique une cristallisation de ses parties constituantes que l'oeil ne peut plus discerner et que le marteau ne peut plus découvrir. Mais il existe encore un *porphyre terreux*, dont la cassure, comme celle de la craie et de l'argile, n'a rien de brillant, rien qui indique une cristallisation. Il se distingue en outre des autres porphyres par un surplus de chaux.

Enfin l'on a encore le *porphyre rétinitique* (le pechstein-porphyr des Allemands) qui contient une quantité considérable d'eau, quantité qui va jusqu'à $\frac{1}{12}$ de la masse. Si vous ne voulez pas, madame, garder ce nouveau nom, nommez cette roche *porphyre volcanique*, par ce qu'elle se trouve si fréquement dans les terrains volcaniques qu'on peut dire qu'elle leur appartient.

Voilà nos pâtes porphyriques toute faites. Considérons à présent les grains qu'elles contiennent. Le

feldspath est la substance dont ils sont le plus souvent formés; on retrouve les grains de feldspath dans toutes les pâtes et de plusieurs couleurs, le plus souvent de couleurs claires. Il est toujours (à très peu d'exceptions près) cristallisé, tantôt se séparant distinctement de la pâte, tantôt comme réuni chimiquement à elle par divers passages imperceptibles. Vient en suite *l'amphibole* dont les grains de couleur verd foncé ont les mêmes caractères, mais qui ne se trouvent que dans les porphyres siénitiques. Le quarz et le mica fournissent aussi, quoique bien plus rarement (surtout le dernier) des grains porphyriques, les premiers blancs, les seconds noirs.

Mde, de L. Les porphyres taillés et polis doivent être charmants.

Mr. de P. En effet et l'on distingue à cet égard plusieurs espèces, tels que le *verde antico* qui offre dans sa masse une belle couleur d'émeraude avec des taches blanches, le *porphyre oriental* ou antique, de couleur purpurine parsemée de petits points noirs et souvent de paillettes d'amphibole, puis une autre espèce, dont je ne connois pas le nom, de couleur rouge brunâtre avec de grosses taches blanches et rougeâtres, etc. On en fait des vases, de petits obélisques, même des colonnes,

Mr. de R, Le granite me paroit presque aussi beau que le porphyre et étonne par la grandeur des masses. On travaille à présent à Pétersbourg pour la nouvelle Église de St. Isaac des colonnes de granite

dont le fût, d'une seule pièce, a 56 pieds de hauteur et 8 pieds d'épaisseur,

Mr. de V. Ces colonnes surpassent en masse les deux grands obélisques antiques de Rome de granite rougeâtre, ammenés d'Egypte sous les Empereurs Auguste et Caligula, relevés en 1586 et 1589 sous le Pape Sixte V par l'Architecte Fontana, dont l'un, celui de la Place *del popolo*, a 8 pieds en carré et 72 pieds de hauteur, l'autre une base égale et 86 pieds de hauteur.

Mr. de P. La quatrième structure, qui contient les grès, les brèches et les poudingues, comprend quantité de roches, qu'il est presque impossible de définir, dont la principale est la *Grauwacke* nommée nouvellement par les Minéralogistes françois *Traumate*. Cette roche est composée de fragmens de phyllade, de quarz ordinaire et de quarz schisteux ou schiste siliceux. On compte aussi parmi les fragmens contenus dans la Traumate la *Lydienne*, qu'on peut considérée comme un phyllade avec excès de quarz ou comme un quarz mêlé à une portion de phyllade. Ces fragmens sont agglutinées par une matière argileuse.

La cinquième structure contient spécialement le *Mandelstein* et le *Basalt* et plusieurs autres roches volcaniques. Plusieurs auteurs font de la pâte du Mandelstein un basalt; d'autres la regardent comme une simple composition argileuse. Le Mandelstein a une pâte en partie compacte et en partie bulleuse, à la manière des laves. Les noyaux (*Géodes*) sont composés d'enveloppes concentriques cristallisées, de nature quarzeuse,

pas anticiper le moment des explications. La Géognosie ne doit que décrire.

La composition chimique des basaltes varie quelque peu d'une contrée à l'autre et vraisemblablement d'un lit à l'autre. Permettez moi de vous donner les proportions moyennes de cinq analyses de divers basaltes, toutes faites par d'excellents Chimistes.

Silice. . .	477	*Alumine*	176	*Chaux*	92
Oxide de fer	164	*Magnésie*	4	*Soude*	37
Eau	22	*Acide mur. hydr.*	8		

sur 1000 parties du tout. La perte causée par les procès de l'analyse est 20, c. à. d. 2 p. cent. La magnésie est de toutes ces substances celle qui varie le plus; elle manque totalement dans quatre de ces basaltes analysés. L'eau manque dans deux.

Enfin la structure schisteuse, qu'on trouve si souvent jointe aux autres, a son vrai empire dans le *Phyllade*, qui compose à lui seul des masses immenses de [illegible], dans le *Gneis* que nous avons déja nommé, et dans le *Schiste micacé*, (Glimmer-Schiefer des Allemands) roche très remarquable, composée de quarz en [illegible] globules applatis en forme de lentilles, alternants [illegible] les feuillets de mica qui se plient exactement sur [illegible] des lentilles quarzeuses. Elle se retrouve [illegible] dans beaucoup d'autres roches avec d'autres textures, [illegible] dans celles où l'alumine est en grande [illegible].

[illegible] Le Schiste micacé offre une structure [illegible]

[illegible] ment, et les Géognostes l'au-

roient peut-être nommée à part si cette roche étoit très fréquente et en aussi grandes masses que les granites, les phyllades ou les Porphyres. En général on n'en finiroit jamais si l'on vouloit faire une énumération exacte de toutes les textures particulières que l'on observe dans les minéraux. La Nature est, ici comme partout, immensement riche. On peut dire qu'elle varie les formes des minéraux à l'infini, et n'étonne pas moins par la délicatesse surprenante de la texture que par la grandeur des masses.

Mde. de L. Introduisez nous bientôt dans ce nouveau sanctuaire, où chaque explication nous fournira sûrement une nouvelle occasion d'admirer l'intelligence et la puissance infinie du Créateur.

Mr. de P. Je le ferois sur le champ, madame, pour satisfaire ce noble désir. Mais vous ne connoissez encore que la structure des roches, et je vous dois à présent l'architecture de l'écorce du globe terrestre, c. à. d. le mode d'arrangement que l'on observe de roche à roche, les suites que ces grandes masses offrent dans leur superposition et leur gisement: Sujet bien important que je dois remettre à demain, notre soirée étant déja avancée et votre mémoire, madame, chargée de tant de nouveaux noms.

---

beaucoup d'attention, et je ne pourrai pas épargner à madame de L. un petit appel à la Géométrie, pour lui fournir des idées distinctes.

Mde. de L. Ce dont je ne me fâcherai nullement, si cet appel ne surpasse pas mes très étroites notions. Depuis nos entretiens sur la figure de la Terre il n'a plus été question de Géométrie, et je serai charmée de renouveller connoissance.

Mr. de P. Imaginez que la figure que je dessine JGHK (fig. 75) soit une couche de roche, qui s'étende indéfinitivement dans le sens AB et dont l'épaisseur est représentée par la droite AE perpendiculaire à la grande surface. Tirez sur cette surface une droite AB parallèle à l'horizon, et cette droite sera ce qu'on nomme la *direction* de la couche. Elle fera un certain angle avec la méridienne du lieu. Cet angle pouvant être mesuré, au moyen d'une simple boussole dont on connoit la déclinaison pour ce lieu, il fournit la position de cette couche, c. à. d. sa direction, déterminée sur la méridienne du lieu. A présent supposons que sur la même surface on ait tiré la droite CD perpendiculaire à AB, et qu'on imagine du même point C une droite CF au travers de la couche, posée horizontalement et dans le le même plan que CD, alors l'angle DCF est *l'inclinaison* de la couche. On mesure cet angle au moyen d'un instrument destiné à cet usage.

Mde. de L. Est-ce là toute votre Géométrie?

Mr. de P. Oui, madame, et je vais d'abord en faire l'application. Les montagnes (car c'est surtout dans les montagnes que nous avons appris comment l'écorce de notre globe est construite) sont de rè-

gle composés de couches adossées les unes sur les autres, comme je vous le dessine, sous une certaine inclinaison. Cette inclinaison varie d'une contrée à l'autre, de sorte que quelquefois les couches sont horizontales, d'autrefois presque verticales. La direction varie également, et très souvent elle est parallèle à la longueur de la montagne, de sorte que la ligne AB, (Fig. 76) qui coupe horizontalement toutes les couches, représente l'épaisseur de la montagne. Au reste ceci ne doit s'entendre que des directions principales d'une chaine de montagnes; car, lorsqu'on examine les détails, il se trouve bien des exceptions soit dans l'inclinaison, soit dans la direction. Humboldt a cru ces exceptions assez peu signifiantes pour croire pouvoir poser en fait qu'il existe une inclinaison générale de 60 à 80 degrés dans la position Nord-Ouest et une direction générale de 52½ degrés du Sud-Ouest au Nord-Est. Mais l'observation faite sur des chaines entières réfute cette opinion. Car si la direction est dans les Pyrennées, dans la cordillière de Vénézuéla, dans une partie du Fichtelberg etc. assez conforme à la règle de Humboldt, par contre celle de la chaine entière des Alpes qui va de l'Ouest-Sud-Ouest à l'Est-Nord-Est, celle du Caucase, qui a presque la même direction, une grande partie du Fichtelberg et du Harz, dont les couches granitiques sont horizontales et n'ont parconséquent aucune direction, sont contraires à la règle, de même que celle de l'Erzgebirg et du Riesengebirg. Il est même à présumer que la grande chaine des Andes, qui longe toute la côte occidentale de l'Amérique du Sud au Nord, fera la plus grande exception à la règle

de Humboldt, puisque l'on observe assez généralement que la direction des couches est à peu près la même que celle de la chaine de montagnes *).

Mr. de R. Tout ce que vous nous faites l'honneur de nous dire sur l'inclinaison et la direction des couches paroit supposer que les couches sont planes. Cela a-t-il lieu réellement?

Mr. de P. Le plus souvent; mais pas toujours; et je vais avoir l'honneur de vous nommer les principales configurations des couches, telles que la Nature nous les offre, sans égard à aucune hypothèse sur leur origine. Elles constituent tout au tant de formes de gisement. D'abord je nomme le *gisement plat* qui est tantôt horizontal, tantôt incliné, quelquefois presque vertical. La couche qui en supporte une autre immédiatement se nomme le *mur*, et celle qui repose sur celle-ci se nomme le *toit*. La fissure les sépare et se nomme *fissure de superposition* pour la distinguer de la fissure des pierres et des roches de même espèce. Le gisement plat ne forme pas toujours un seul et même plan. Souvent il est contourné, ondulé, comme refoulé, dans certaines parties; alors, pour indiquer la direction des couches, on n'a égard qu'aux grandes parties qui se trouvent sur le même plan ou sur des plans parallèles entre aux.

Le gisement *en forme de dôme* est celui où les couches se couvrent mutuellement et parallèlement, comme je le dessine (fig. 77).

Le gisement *en forme de manteau* est celui où le

*) Humboldt a depuis révoqué l'idée d'une inclinaison et d'une direction générales.

noyeau dépasse les couches qui l'enveloppent, à peu-près comme cette figure (fig. 78). Le diamètre de ces couches est souvent si grand que, lorsqu'on n'en observe qu'une partie, les couches paroissent planes; tel est le Weisstein (espèce de granite) de l'Erzgebirg et les schistes du Riesengebirg.

Le gisement *en forme de jatte* est un creux dans une roche, qui est comblé par une autre roche, en tout ou en partie. En voilà le dessein (fig. 79).

Le gisement *cunéiforme* (fig. 80) est une portion de roche en forme de coin, qui sépare deux couches de roches, ou remplit une crévasse qui traverse les couches. Le coin que je dessine est souvent bien plus obtus.

Le gisement *en éventail* est bien le plus singulier de tous. On peut le représenter par cette figure (fig. 81) comme un composé de coins un peu courbés, qui partent du milieu de la masse.

Enfin le gisement peut se distinguer de tous les autres par la nature de la base sur laquelle les couches reposent. Imaginez une masse de roches A (fig. 82) à couches inclinées et que le bord supérieur soit recouvert par les couches BCD, alors on appelle *gisement différent* celui des couches BCD. Le cas peut avoir lieu où, comme dans la figure que je dessine (fig. 83) ces couches BCD soient d'un côté *parallèles* aux couches inférieures de la roche A et de l'autre côté *différentes*. Le gisement différent peut se retrouver sur toutes masses de roches dont les couches ont leurs bords à découvert, comme dans nos trois dernières figures (81, 82, 83.)

[redacted]

Nous avons admis jusqu'ici tacitement (à l'exception du gisement en éventail) que chaque couche a sur toute sa hauteur la même épaisseur. Mais cela n'a pas toujours lieu, peut-être jamais à la rigueur; et il arrive assez souvent que la couche est sensiblement plus épaisse à sa partie inférieure ou supérieure. Dans le premier cas la versée de la montagne sera plus inclinée; dans le second elle sera plus escarpée.

Mde. de L. Quelle variété dans les gisemens! Et si l'on ajoute celle de la structure des roches et celle de la texture des pierres, l'imagination doit presque se perdre dans ce dédale de formes que la Nature nous offre dans le sein de notre Terre.

Mr. de R. Et si l'on songe encore à la diversité des principes constituants de toutes ces masses, grandes et petites, à leurs différences chimiques, l'idée de vouloir débrouiller ce cahos, d'assigner les lois naturelles en vertu des quelles tout cela s'est formé, doit réellement effrayer.

Mr. de P. Cette idée, mon cher monsieur de R., n'a pas eu cet effet. Au contraire; nous avons nombre d'auteurs qui se sont mis très lestment à l'ouvrage. — Mais terminons notre Géognosie, la partie descriptive de l'intérieur de la croute du globe, en examinant dans quel ordre les roches de différentes espèces sont tassées les unes sur les autres.

La roche qui paroit se trouver à la plus grande profondeur et sous toutes les autres, est le *granite*, soit en masses dont l'épaisseur n'a pu être encore mesurée, soit en couches d'épaisseurs connues. Sur le

granite repose le *gneis*, un granite feuilleté. Le gneis est recouvert par le *schiste micacé*. Vient ensuite le *phyllade*. A ces trois roches feuilletées succèdent les *porphyres*, et à ceux-ci les *roches amphiboliques*, la siénite, la diabase etc. Viennent en suite des *roches calcaires* à cristallisation sensible ou au moins à grains marqués, et du gypse; puis la *traumate*, puis des roches *calcaires* moins cristallisées que les premières, puis des *amphibolites*. A cette série succèdent les *grès*, des *calcaires* sans cristallisation et du *gypse* qui renferme souvent des lits de *sel gemme*, les *houilles* et le *basalte*. Enfin ces suites de roches se trouvent presque partout recouvertes de ce qu'on nomme *terrains de transport*, débris d'autres roches délitées et brisées. Ces terrains prennent différents caractères selon leur position plus ou moins élevée. Sur le sommet des montagnes ce ne sont que des terres meubles, produits de la décomposition (lente et qui se continue encore) des roches par l'air et l'humidité. Sur le panchant des montagnes et dans les vallées ce sont des débris en morceaux, de phyllade, de schiste miacé, de calcaires, de grès, souvent de gros blocs granitiques, basaltiques ou porphyriques, selon la nature des montagnes; et tout cela mêlé de terres meubles, souvent couvertes de la plus belle végétation. Dans les plaines ce sont des argiles, des marnes, des sables et des tufs calcaires, mêlés également de terre meuble sur laquelle s'est formée petit à petit la terre végétale. La surface des plaines est en outre souvent parsemée de pierres et de blocs de granite, les unes et les autres de figure irrégulière et arrondie. Ces masses sont par ex: si fréquentes dans

[redacted]

les pays qui bordent la baltique au sud, que les fondemens et le pavé de toutes les villes y sont formés de ces pierres, dont on n'a pas encore employé peut-être la millième partie; et ce qui vous étonnera sûrement, c'est que dans toutes ces provinces on ne trouve pas un seul lit de granite; les plus voisins sont de l'autre côté de la Baltique, en Suède et en Finlande.

Mr. de R. Ainsi nous voilà aufait de l'architecture de la croute de notre globe, et.....

Mr. de P. Pardon, mon cher; j'ai encore bien des observations à vous faire sur la suite des roches. D'abord, gardez vous de croire que l'on trouve par tout la suite entière des couches de roches que je viens de vous nommer. Il s'en faut de beaucoup. Il est des contrées où une grande partie de cette suite manque. Le Fichtelberg par ex: et la Finlande n'offrent presque que du granite. Dans les pays plats, où l'on n'a pas percé à une grande profondeur, on ne connoit par fois que des couches de calcaires ou de traumate, ou même de terres de transport, sans savoir ce qui est dessous.

De plus, on ne retrouve pas, même dans les montagnes, la suite entière des roches nommées. Souvent il en manque plus de la moitié; car il existe des montagnes où la partie supérieure est du porphyre ou de la roche amphibolique, quelquesfois même du granite.

Bien plus encore; Là où la suite entière se retrouve, l'ordre des roches n'est pas toujours le même. On observe à la vérité que les couches inférieures, le granite,

le gneis, le schiste micaeé et le phyllade se succèdent assez souvent dans cet ordre, mais pas toujours; on trouve mainte fois le phyllade immédiatement couché sur le granite et le schiste micacé sur le phyllade. Souvent, comme par ex: dans les cordillères, le phyllade manque entièrement. Et presque aussi souvent on trouve une roche étrangère, interposée au milieu de cette première suite. Les roches porphyriques et amphiboliques ne lui succèdent pas toujours; au contraire on trouve quelquefois la même suite répétée, et même en sens contraire, le granite par dessus les roches schisteuses.

Si nous considérons la suite des porphyres, des amphibolites et des calcaires, nous trouvons encore nombre d'exceptions, ces trois genres se trouvant le plus souvent former des suites très différentes les unes des autres.

Mais le désordre atteint son comble, lorsqu'on compare les suites des traumates, des amphibolites, des calcaires, des grès, des houilles et du basalte, que différents Géognostes, qui ont observé en différentes régions de la Terre, nous ont fournies; de sorte qu'on peut dire que la suite nommée est à la vérité celle qui revient peut-être le plus souvent, mais aussi qu'il existe beaucoup plus d'exemples contre la règle que pour la règle.

Mr. de L. Voilà la Géognosie bien mal dans ses affaires quant aux suites des roches. Et la Géologie ose entre prendre de débrouiller ce cahos. Quelle présomption!

Mr. de P. Paix, mon Général! Point d'injures ou de méfiance avant d'en être là. Je vais d'abord vous offrir un point de vue qui, peut-être, modèrera votre colère. Les couches de roche que je vous ai nommées ne sont pas toutes séparées distinctement les unes des autres. Plusieurs au contraire, sur tout dans les suites inférieures, passent insensiblement de l'une à l'autre sans fissure de superposition; il se trouve une couche intermédiaire entre deux, d'une épaisseur indéfinie, qui par ex: n'est ni granite massif ni gneis, ou bien ni scichiste micacé ni phyllade, ou bien ni phyllade ni porphyre, mais tenante de la nature des deux voisines, plus ou moins, à mesure qu'elle approche de chacune d'elle. C'est en quelque sorte comme dans l'image prismatique, où l'on ne peut pas dire par ex: où se termine le rouge et où commence l'orange. Partout où nous trouvons ces *passages* nous sommes en droit d'admettre que le procès qui a formé ces couches n'a pas été interrompu par une cause étrangère; et une suite pareille est considérée comme appartenante à une seule *formation*, tandis que les couches tranchées, sans passages, sont regardées à juste titre comme dûes à des formations particulières, de même que les roches à gisement différent.

Mr. de G. Cette distinction me plait et je conçois qu'elle puisse être de quelque utilité à la Géologie. Mais c'est un foible rayon dans cette immense obscurité.

Mr. de P. J'espère vous offrir à la suite plusieurs rayons pareils et que la lumière, que leur ensemble fournira, vous paroitra digne de considération.

Mais il est encore des masses de roches dont nous 'avons pas parlé. Elles se trouvent comme nichées ans les suites de couches dont je vous ai donné l'énu-iération, sans y appartenir. Ce sont des étrangers ccueillis, de gré ou de force, entre les couches. Elles ; caractérisent en outre par une moindre étendue que :s couches entre les quelles elles se trouvent. Très ouvent leur surface supérieure n'est pas parallèle à inférieure qui s'est formée sur leur *mur*; et la couche ui les couvre, qui forme leur *toit*, s'est moulée sur :s inégalités de leur surface. Quelques unes contien-ent des métaux. Enfin il n'existe jamais de passage ntre ces masses et les couches de la suite. Nous vou-ons les nommer des *lits* pour les distinguer des couches rdinaires.

Mr. de L. Ainsi ces masses de roches sont en-ore des exceptions! Quant finirez-vous de nous em-rouiller la tête par ces anomalies innombrables?

Mr. de P. Pas de si tôt, Général; et je vous con-eille de modérer votre impatience. Voyez ce que je ous dessine (fig. 84).

Mr. de L. Ce sont des couches de roches ordi-aires, parallèles entre elles.

Mr. de P. Fort bien; mais voilà une nouvelle asse AB qui traverse plusieurs de ces couches; en voi-une seconde CD qui les traverse de même mais dans ı autre sens; une troisième EF. On les nomme *filons*; ıfin en voilà une quatrième qui traverse en outre le on CD et même le filon EF. C'est dans ces masses ıe nous trouvons la plûpart des métaux, quoique les

filons ne soient pas tous métallifères. C'est ici que vous avez lieu, mon Général, de vous récrier sur l'irrégularité des masses de l'écorce de notre globe. Les filons se trouvent dans les suites de couches indistinctement, sans aucun rapport de leur masse à celle des couches qu'ils traversent sans rime ni raison. Leur direction s'étend rarement en ligne droite, mais est rompue à différents points et sous différents angles. Ils sont tantôt plus, tantôt moins épais, et le même filon a de règle différentes épaisseurs. Les roches qu'il traverse se vangent souvent de la violence, qu'il leur a faite, en l'étranglant, quelquefois au point de le faire disparoitre ou de le rompre en morceaux, ou de le diviser en plusieurs rameaux. Le filon est un étranger qui s'est niché par tout de force et qui paroit n'être vu qu'à regret. L'épaisseur (*la puissance*) varie dans différents filons de quelques lignes jusqu'à plusieurs toises. Leur étendue est également très variable; mais on observe communément qu'elles est plus grande lorsque le filon a une plus grande puissance.

Mde. de L. Ainsi les filons ressemblent aux lits en ce qu'ils sont étrangers aux couches parmi les quelles ils se trouvent, et en diffèrent en ce qu'ils tranchent indistinctement les couches, tandis que les lits se trouvent interposés entre elles.

Mr. de P. Je vous suis obligé, madame, d'avoir fait vous même cette comparaison, qui est très juste, quoi qu'on ne puisse nier qu'il existe des filons qui sont en tout ou en partie parallèles aux couches; au quel cas il est assez difficile de les distinguer des lits.

Mais ce qui nous intéresse encore plus que le gisement des filons, c'est la masse dont ils sont composés, et qui varie presque à l'infini. Tantôt cette masse n'existe pas du tout et le filon est creux; tantôt c'est une roche quelconque qui n'a rien de commun avec les roches qu'elle traverse; ou bien, si elle a quelque rapport avec l'une d'elle, elle en diffère cependant par plusieurs caractères. C'est ainsi qu'on trouve des filons de granite, de phyllade, de porphyre, de grès ou de brêches, de calcaires et même de sel-gemme. Mais ce n'est pas le même granite, porphyre, phyllade etc. qu'on retrouve en couches. Il est changé; il a subi plusieurs modifications et même des mélanges, qui peuvent le rendre presque méconnoissable. En outre on y trouve assez souvent des morceaux de la roche entourante, sur tout si celle-ci est un phyllade ou généralement une couche schisteuse.

La plus singulière, la plus étonnante, de ces masses est celle qui renferme les métaux, sous la forme de pyrites et d'oxides. Ce n'est pas du granite, ou un schiste, ni un porphyre, mais une masse siliceuse et cristallisée. Elle tient du quarz, du cristal de roche, de l'améthyte, de la pierre à fusil etc. à qui l'on a donné le nom générique de *silex;* quelquesfois aussi du feldspath, de la pierre calcaire etc. Ou plutôt ces espèces de pierres forment la masse entière que l'on nomme *Gangue* et sont rangées symmétriquement de chaque côté de la masse, souvent avec une régularité étonnante, de sorte qu'à commencer par chaque côté qu'on nomme *salbande*, la nature de la masse varie d'une de ces pierres à l'autre par des passages souvent impercep-

tibles et égaux de part et d'autre quant à l'espèce et l'épaisseur. Cette égalité va souvent jusqu'à supporter l'épreuve du compas.

Mr. de R. Cela est vraiment étonnant. Les filons sont donc une espèce de petit monde minéralogique, enfermé dans les grandes couches de roches et absolument différent d'elles surtout quant à la régularité.

Mr. de P. C'est au milieu de cette gangue que se trouvent les minerais; ils forment en quelque sorte un ruban d'une épaisseur variable de filon à filon et souvent dans le même filon. Quelquefois le minerai remplit tout le filon et exclut la gangue. Par fois il forme deux rubans et même trois.

Mr. de T. Si j'ai bien compris votre description de la gangue, elle-même peut être regardée comme composée de pareils rubans de différentes espèces rangés symmétriquement d'un côté à l'autre et en quelque sorte fondus ensemble.

Mr. de P. C'est précisément ce que j'ai voulu dire. Mais cette régularité est par fois interrompue par des vides qui se trouvent dans les filons. Alors la gangue, qui tapisse les parois des couches de roches sur une certaine étendue, offre des cristaux parfaits, les plus beaux qu'on connoisse. Souvent on trouve de petits vides entièrement enfermés dans la gangue; ils offrent de même à leur surface intérieure des cristaux de toutes les espèces de silex parfaitement formés. On les nomme *géodes* et l'on en trouve depuis quelques lignes jusqu'à plusieurs pieds et même plusieurs toises

de diamètre. Les géodes sont arrondie toujours des sphéroïdes allongés dans la d longueur du filon. Permettez moi de v une géode (fig. 85) ou pour me servir de de monsieur de R., un petit monde cristallin, enfermé dans la gangue ou dans toute autre matrice du filon. Voyez, d'abord au milieu, ce creux tapissé de cristaux parfaits, comme par ex: d'améthyste, de cristal de roche ou de quarz etc. Viennent en suite des enveloppes de matières semblables, cristallisées et passant des unes aux autres, quelquefois terminées a l'extérieur par une enveloppe calcaire très mince. ab est la direction du filon de bas en haut. Observez enfin ce vide a la partie supérieure, qui semble être provenu d'un enfoncement de la géode à son sommet. Ces deux cavités sont tantôt vides, tantôt remplies d'eau.

Mr. de L. Et vous voulez expliquer tout cela?

Mr. de P. Patience, Général. Pourquoi se prévenir contre ce qui suivra? J'espère que vous trouverez que précisément l'explication des phénomènes des filons font la partie la plus sûre et la plus claire de toute la Géologie. Je dois encore vous dire que la masse de roches, qui touchent les salbandes du filon, est tantôt réunie et comme soudée à la gangue, tantôt séparée par une fissure, mais toujours un peu modifiée, en sorte que la texture des roches à cet endroit est plus ou moins différente de celle du reste de la roche. Souvent on trouve des parcelles de gangue dans la roche et des parcelles de roche dans la gangue; et ces par-

celles sont plus ou moins grandes, de règle selon l'épaisseur du filon, de sorte qu'elles deviennent des morceaux et même des quartiers, sur tout dans les schistes.

Enfin j'observe encore que les minerais ne forment pas toujours les bandes ou rubans que je vous ai décrits, mais qu'ils se trouvent souvent en masses arrondies et assez informes dans la gangue.

Le Comte C. Nous voilà bien enfouis dans la nature minérale. Ne nous direz-vous rien, monsieur de P., sur les êtres organiques qui se trouvent ensévelis dans ces masses de roches?

Mr. de P. Cette question est bien naturelle à un Naturaliste; mais je trouverois encore bien plus naturel que le Naturaliste voulut se charger de cette partie de la Géognosie, qui est bien plus de son ressort que de celui du Physicien.

Le Comte C. Y pensez-vous, monsieur de P.? Je suis un peu Botaniste et les plantes ici ne jouent qu'un rôle subordonné. Ce sont sur tout les animaux ou plutôt leurs restes qu'il importe le plus à connoitre; et là-dessus je ne puis mieux faire que de m'en rapporter à vous.

Mr. de P. Tant pis pour mon aimable auditoire, d'autant plus que les débris du règne végétal ne sont pas moins importants que ceux du règne animal. Tous ces restes de milliers d'êtres organiques sont un ensemble, une collection de documens, un archive entier pour l'histoire de la Terre, où nous puiserons bien des connoissances. Toutes les parties connues du globe nous offrent de grands dépots de ces débris du monde

enséveli, mais pas dans toutes les espèces de roches, débris qui se trouvent très diversement modifiés. Les uns sont pétrifiés, les autres incrustés d'une matière pierreuse, d'autres dans leur état naturel, d'autres enfin plus ou moins décomposés par l'action de l'air ou par la fermentation putride. Diverses espèces ont disparu du règne animal et végétal encore existant; d'autres espèces existent encore au nombre des êtres d'aujourd'hui; d'autres enfin n'ont que de grandes ressemblances et en diffèrent par quelques caractères.

Mde. de L. Je serois curieuse de savoir à quelles espèces de roches la Nature a confié la garde de ces monumens d'une si antique formation de végétaux et d'animaux; car je ne conçois pas par quelle raison les unes ont à cet égard une préférence sur les autres.

Mr. de P. Le granite paroît n'avoir pas été honoré de cette confiance, pour me servir, madame de votre expression; car dans le granite, qui forme pour ainsi dire la base de toutes les autres roches, on n'a encore trouvé aucuns débris d'êtres organisés. Les schistes n'offrent que des empreintes de plantes du genre des fougères et encore très peu. La traumate contient des empreintes de plantes et des crustacées, et en outre du bois pétrifié c. à. d. imbu de silex, des crustacées également pétrifiées, dont on distingue environ vingt espèces, des ammonites et des orthocéracites (autres espèces de coquillages) imprégnés de pyrites. Les brèches et surtout les grès renferment non seulement un très grand nombre de productions des deux règnes, pétrifiées et non pétrifiées, qui habitoient

[redacted]

autrefois la mer, mais même quelquesfois des escargots de terre ou qui du moins paraissent tels. Mais c'est sur tout dans les calcaires de la troisième suite que l'on rencontre ces débris d'êtres organisés en nombre prodigieux. La roche calcaire qu'on nomme alpine (par ce qu'on la trouve en grande quantité dans les Alpes) paroit quelquefois être formée entièrement de coquillages. Souvent elle en contient moins en apparence; mais on s'aperçoit bientôt qu'elle en couvre des couches entières qui se trouvent entre ce calcaire et les brèches. Une espèce de marne schisteuse, appartenante à cette formation de roches, offre des empreintes non seulement de fougères, mais aussi de poissons d'eau douce, par ex: de carpes, de brochets, de truites etc. La roche calcaire, à qui le mont Jura a donné son nom comme les Alpes à la roche alpine, qui se caractérise par nombre de fissures, creux et cavernes qu'elle contient, offre souvent des ossemens de plusieurs espèces d'animaux qui ont beaucoup d'analogie avec l'ours blanc de la mer glaciale, avec le tigre, l'éléphant, le rhinoceros, le crocodile etc. Enfin les terres de transport couvrent souvent sur des surfaces immenses des squelettes qui se rapportent à la race de l'éléphant et du rhinoceros.

Mr. de R. Ce nombre d'êtres organisés et détruits est immense et paroit plutôt un conte de fée qu'un fait historique.

Mr. de P. Ce qui doit ajouter à l'étonnement que produisent ces faits, c'est qu'on trouve les productions marines, des coquillages de toute espèce, souvent

sur le sommet des montagnes. La Suisse les offre à 1400 toises au dessus du niveau de la mer; le mont-Pilate par ex: semble n'être composé que de ces débris, entassés par familles les unes sur les autres. Les Andes et les Cordillières nous les offrent à 2500 toises de hauteur; et on les trouveroit vraisemblablement à de plus grandes hauteurs encore, si ces hauteurs ne formoient, dans les deux régions que je viens de citer, la ligne des neiges éternelles qui rendent les fouilles impossibles.

Mde. de L. Il faut donc que la mer ait séjourné autrefois sur ces hauteurs et pendant des siècles. Qu'étoit donc notre globe alors?

Mr. de P. Permettez moi d'éviter en ce moment toutes les conclusions, devant vous offrir les faits purs et simples.

Mde. de L. Vous avez raison. Mais peut-on à l'aspect de pareils phénomènes ne pas songer d'abord à leur causes et à leurs effets?

Mr. de P. J'en conviens; mais j'espère, madame, que vous me saurez gré de la sévérité avec laquelle je me permets de retenir l'élan de votre imagination. Voyons à présent sur quels points de la Terre cet immense archive des tems, antérieurs à tous les monumens humains, se trouve placé.

Le Comte C. Vous ne craignez pas, j'espère, que nous soyons aussi incrédules à cet égard que Voltaire qui pensoit que quelques écailles d'huitres, que des voyageurs, qui en avoient mangé le contenu dans un voyage des Alpes, avoient séduit les Géologues à inventer leurs systèmes.

Mr. de P. Voltaire plaisantoit sur toute chose, mais n'ajoutoit lui-même guères de foi à ses plaisanteries. Quoi qu'il en soit j'invite notre aimable société à faire un petit voyage aveo moi sur la carte géographique.

Je vous ai déja nommé les Alpes comme d'immenses dépots de coquillages pétrifiés; ajoutez y leurs plus proches voisins, les Appenins. La France, en offre par tout où l'on trouve des roches calcaires, sur tout de la craie, et j'ai vu à mon grand étonnement le rocher qui domine la ville de Caen presque entièrement composé de coquillages en partie délités, encore mous et formant la roche de leur substance. Les Pyrennées et toutes les montagnes de l'Espagne et du Portugal, fourmillent de ces productions marines, qu'on retrouve également dans les roches de craie de l'Angleterre. Les carrières de pierre-à-chaux dans toute la Hollande en sont parsemées, et l'Allemagne entière les offre en si grande abondance qu'on a beaucoup plus tôt fait de nommer les endroits où ils ne se trouvent pas que ceux où il se trouvent.

En Asie nous avons les montagnes qui bordent la mer caspienne et celles de la Perse, qui ne sont composées que de sable et de coquillages jusqu'à leur sommet. La Syrie, la Palestine, les Indes, la Chine et la Sibérie ressemblent à cet égard aux pays de l'Europe, et il n'est pas douteux que lorsque nous connoîtrons les monts du Thibet en détail, nous n'y retrouvions ces débris d'une monde ancien d'habitans des mers.

En Afrique le sol des pyramides contient des lits entiers de coquillages. Les monts de Fetz et de Zaara,

à 200 lieues de la côte, ceux de la Guinée et du Cap de bonne espérance également.

Non seulement les Andes et les Cordillières, mais aussi le Brésil, le Chili et la terre des Patagons dans l'Amérique meridionale, Neu-York, la Pensylvanie, Maryland, la Virginie, Neu-Jersey et la Caroline dans l'Amérique septentrionale, enfin les Antilles mêmes recèlent ces débris d'êtres organisés qui vivoient dans l'Océan.

Les quadrupèdes fossiles sont moins nombreux, à la vérité, mais non moins généralement répandus. On les trouve tous dans les terrains de transport, de sable, de marne, d'argile, de tuf calcaire et de terre meuble. Je nomme dabòrd les collines qui commencent à Arles et se terminent à Gibraltar, qui contiennent les squelettes d'une espèce de singe, qui se retrouvent à Cerigo sur la côte de la Dalmatie et dans l'Archipel grec. La France, l'Italie, l'Allemagne, la Hollande, l'Ecosse et la Sibérie offrent une quantité d'ossemens, d'Auerochs et de Buffles, les uns en tout semblables aux races d'aujourd'hui, les autres un peu différents et sur tout de plus grande taille. En Irlande on a trouvé quantité de bois de cerf ou d'élan, dont quelques uns sont de telle grandeur qu'une branche a jusqu'à 8 pieds et l'envergeûre 14 pieds. Je vous ai déja cité les ossemens des cavernes de Muggendorf, qu'on retrouve dans les cavernes de Clausthal. Les carrières de gyps près de Paris présentent des squelettes de rhinoceros et de tapirs, différents des espèces de même nom qui vivent aujourd'hui dans les Indes et dans Amérique méridionale. Ces mêmes tapirs se retrouvent dans la montagne noire

en Languedoc; et près de Comminge en Dauphiné des tapirs de la même râce qui vit encore en Amérique.

Mais rien n'égale le nombre des ossemens d'éléphant fossiles qu'offrent la Sibérie. Les Sibériens leur ont donné le nom de Mammouth et s'imaginent que cette race d'animaux vit sous terre. Les défenses de ces animaux sont un objet de commerce considérable, et fournissent aux artistes beaucoup plus d'ivoire que les défenses des éléphans de la race encore vivante en Afrique et aux Indes. Longtems on les a crus être les mêmes que ceux d'aujourd'hui; mais le célèbre Cuvier les regarde à juste titre comme d'une râce différente. La trouvaille la plus remarquable à cet égard est l'éléphant presque entier trouvé en 1799 par un pêcheur tongouse à l'embouchure de la Léna dans un gros glaçon.

Mr. de R. Au milieu d'un glaçon?

Mr. de P. Ou plutôt au milieu d'un morceau de glacier apparemment détaché du continent qui, après avoir flotté peut-être très longtems dans la mer, fut jetté sur la côte, où en 1804 la glace étoit assez fondue pour mettre une grande partie de l'animal a découvert. L'Académicien de Pétersbourg, monsieur Adams, qui voyageoit aux frais de l'Académie, en fit la découverte. La plus grande partie de l'animal étoit encore entière et fraiche, le reste avoit été rongé par les loups ou enlevé par les Sauvages pour nourrir leurs chiens. J'ai vu le squelette de cet animal, à qui il ne manquoit qu'une côte, qui avoit été restaurée en bois, et un morceau de la peau d'environ 3 pieds de longueur sur 2 de lar-

geur. Mr. Adams avoit rapporté une très grande partie de toute la peau; mais il l'a dépècée pour en faire des cadeaux au tiers et au quart. Cette peau est extrêmement remarquable et méritoit bien d'être conservée intègre autant que possible. Car outre les soies ou crins de quelques pouces de longueur, tels que les a l'éléphant d'aujourd'hui, elle étoit couverte de laine grossière, mais pas très épaisse. Les défenses sont si courbées qu'elles passent le demi cercle, se terminent vers le dernière de la tête, et paroissent beaucoup moins propres à l'attaque que celles de l'éléphant ordinaire, dont les pointes vont en avant.

Les squelettes fossiles d'éléphant se retrouvent encore en Russie sur les bords du Don, en Allemagne près de Gotha, d'Erfurt, de Burg-Tonna, sur tout près de Canstadt dans le Würtemberg, pêle-mêle avec des ossemens de rhinoceros, d'hiènes etc., en France près d'Argenteuil aux environs de Paris, en Angleterre à Brendford à 6 milles de Londres etc. L'Amérique nous les offre non seulement dans sa partie la plus septentrionale presque en même quantité qu'en Sibérie, quoique un peu différents, mais aussi dans l'intérieur à 140 milles géographiques de Port au Quesne, dans la Caroline sur le plateau de Santa-Fé à 1350 toises au dessus du niveau de la mer. Je ne dois pas omettre ici une observation remarquable de Cuvier, c'est que les ossemens fossiles du cheval se trouvent peut-être en quantité supérieure à ceux de toute autre espèce, et que cet animal, asservi par l'homme pour tant de genres de travaux, a été autrefois le compagnon libre et

[redacted]

fidèle des éléphants et des mammouths; car on trouve ses débris par tout près de ceux de ces grands animaux.

Mr. de L. Le compagnon libre et fidèle? Voilà une hypothèse! Qui sait si les éléphants d'alors n'avoient pas quelque chose d'humain, la tendance à tyranniser et à asservir leurs voisins?

Mr. de P. L'idée est neuve au moins. Mais terminons nos fouilles. A Etampes on a trouvé les ossemens d'une espèce d'hippopotame qui n'a que la taille du sanglier, et à d'autres endroits de la grandeur et de l'espèce d'aujourd'hui. Enfin on a trouvé au Paraguai une toute nouvelle espèce de quadrupède de 12 pieds de longueur sur 6 de hauteur, que Cuvier range entre les paresseux et les fourmilliers et qu'il nomme *mégatherium*.

C'est à ce célèbre Naturaliste, qui s'est illustré par tant de trouveaux sur la Zoologie et l'Anatomie des animaux, à qui nous devons ce que nous savons de plus précis sur les ossemens fossiles et des résultats généraux, dont je vais énoncer les plus importants. Ces ossemens se trouvent tous dans les terrains de transport et presque toujours accompagnés de dépouilles d'animaux marins accumulées. Ils sont en partie fracturés ou froissés, forment rarement des squelettes entiers et se trouvent de règle épars. Ceux qui se trouvent dans des terrains de plus vielle date, c. à. d. recouverts par d'autres terrains, diffèrent davantage des espèces analogues encore vivantes que ceux qui se trouvent dans les terrains plus récents. Enfin il est infiniment remarquable qu'on n'a jamais trouvé des ossemens humains

vraiment fossiles, c. à. d. enfouis dans les terrains de transport avec les éléphans, les rhinoceros, les tapirs, les singes, les chevaux etc. quoique l'homme habite tous les climats.

Mr. de R. D'où il suit que la race humaine est de dâte postérieure aux animaux fossiles.

Mr. de P. Cette conclusion est si naturelle que nous ne voulons pas la regarder comme une anticipation sur la Géologie. Disons encore un mot des débris de plantes fossiles. A leur tête se trouvent les mines de charbon de terre. La grande Bretagne en possède dans le Northumberland, Lancashire, Staffordshire et en Ecosse une quantité immense; la France sur toute la côte septentrionale et à l'Ouest, et en outre en Languedoc, en Auvergne et au pied des Cévennes. En Allemagne on les trouve tout le long du Rhin, en Hannovre, en Franconie, en Suabe, en Bavière, dans la Hesse et la Saxe, en Silésie, en Bohême en Hongrie et dans une grande partie de l'Autriche. On en connoit moins en Suède et en Norvège, en Italie et en Espagne, peut-être par ce que là on n'a pas besoin de les chercher; l'Islande par contre en abonde. La Chine en est immensément riche, de même que l'Amérique septentrionale.

Différentes contrées nous offrent des forets entières d'arbres enfouis. Tel est le comté de Lincoln en Angleterre où l'on a reconnu un amas d'arbres qui occupent un espace de trente lieues de longueur sur une largeur inégale de quelques lieues. Cette forêt se trouve au milieu d'un lit de glaise molle jusqu'à 16

[redacted]

pieds de profondeur; et plusieurs îlots, rangés sur cette côte, que les basses marées mettent à découvert, ne sont composés que d'arbres enfouis. La plus grande partie de ces arbres est renversée; plusieurs sont encore debout et n'offrent que les racines et une partie du tronc. On y reconnoit le chêne, le bouleau, le pin etc. avec leurs tranches et même leurs feuilles; l'écorce est pour la plûpart bien conservée, mais l'intérieur, le bois, est presque pourri; et le tronc entier, de même que les racines, est fort applati. L'isle de Man, entre l'Irlande et l'Angleterre, la côte de Normandie, la côte de Morlaix, les environs de Paris offrent de ces amas d'arbres tantôt debout, tantôt couchés. En Livonie les bords de la rivière d'Aa fourmillent de chênes renversés et enfouis dans le sable. Ces chênes ont encore leur consistence naturelle, mais sont brunis ou presque noirs. Les ébénistes travaillent ce bois, de même que celui de Vitres sur les bords de la Seinè. Il paroit que les terrains sabloneux conservent les arbres enfouis mieux que les terrains argileux, et que c'est a cette différence du sol qu'on doit la différence qu'on observe dans la consistance de ces bois fossiles.

Si ces forêts enfouies ont un grand intérêt pour la Géognosie, les bois pétrifiés vous étonneront bien davantage. Le bois pétrifié est une vraie pierre, qui auparavant étoit de vrai bois. Une eau chargée de silice s'est introduite dabord dans les pores du bois, et les a remplis de quarz; petit à petit les parties ligneuses se sont délitées et ont fait place à une nouvelle portion de quarz déposé par la même eau, jusqu'à ce qu'enfin toute la partie ligneuse a disparu et a été remplacée par

une pierre qui a la même texture que le bois auquel elle a succédé.

Mde. de L. Cela est vraiment étonnant et est toute autre chose que les morceaux de bois et autres joujoux incrustés par l'eau de Carlsbad. Mais est-on sûr que ces productions de la Nature soient de vraies pétrifications?

Mr. de P. Cela n'est pas douteux; car non seulement on y distingue l'écorce, les cercles concentriques du bois, les noeuds, les branches etc. mais aussi un grand nombre des morceaux de bois pétrifié contiennent encore de la matière ligneuse qui n'a pas subi ce changement. Le bois pétrifié se trouve principalement parmi les grès et appartient à des familles d'arbres étrangers à l'Europe, surtout à celle des palmiers.

Enfin on trouve des fragmens de bois minéralisés d'une autre manière; ils sont convertis en pyrites et en minerai de fer, c. à. d. qu'une solution de pyrite ou d'oxide de fer s'est chargée du rôle de la silice dans le bois pétrifié.

Le Comte C. Ne nous direz-vous rien des tourbes?

Mr. de P. Les tourbes ne me paroissent pas être des produits vraiment fossiles du règne végétal; non que je prétende qu'il n'existe pas des lits de tourbe enfouis dans des terrains de transport; mais d'un côté je n'ai jamais lu qu'on en ait trouvé; et d'un autre côté nous voyons les tourbes se former sous nos yeux par la Nature et l'art dans tous les pays froids et humides, et celles à qui on peut ou doit supposer un très grand âge, contiennent souvent des arbres assez bien conservés, sur

[redacted]

les quels on observe des vestiges de la hache, des ossemens de nos animaux d'aujourd'hui, des coquilles fluviatiles, des barques, des haches, des armes, des médailles, des clefs et même des chaussées entières construites sous le lit de tourbe. Ce qui prouve évidemment le séjour de l'homme dans ces contrées avant la formation de la tourbe.

Le Comte C. Ainsi vous regardez le séjour de l'homme sur notre globe comme l'époque à laquelle l'écorce de ce globe doit être considérée comme toute formée.

Mr. de P. Oui, monsieur le Comte; par ce qu'on ne trouve pas d'ossemens humains parmi ceux des autres animaux qui ont succombé aux derniers changemens que la surface de la terre a éprouvés, et qu'il me paroît naturel que l'homme ait trouvé à sa création son habitation toute faite.

Mr. de L. Je suis bien de votre avis; car la race humaine, voyageuse et carnacière, qui habite tous les climats et qui dévore tout ce qui est organisé, doit avoir tout trouvé pour pouvoir tout ravager.

Mr. de V. (*souriant*) Et comme cette race abominable cherche sa gloire et son plus grand plaisir à se détruire elle-même, je m'étonne qu'à sa création elle n'ait pas déja trouvé une race humaine toute faite, sur laquelle elle ait pu exercer cette noble fureur de destruction.

Mr. de L. Quoi? monsieur de V., vous attaquez mon mari?

Mr. de V. Il faut bien prouver que j'ai l'honneur d'être un Etré humain, mes inclinations pacifiques m'ayant sûrement rendu suspect ou équivoque à cet égard.

Mr. de P. Je suis charmé que cette plaisanterie termine non seulement cette soirée mais aussi le chapitre de la Géognosie, qui doit vous avoir paru, madame, un peu aride, par ce que je me suis abstenu de l'orner d'hypothèses géologiques. Demain nous entrerons dans ce champ fertile, où nous verrons l'imagination humaine briller de toutes les manières.

[redacted]

GÉOLOGIE.

CENT NEUVIÈME ENTRETIEN.

Mr. *de P.* Nous allons commencer la Géologie, dont l'idée est peut-être la plus hardie que l'homme ait jamais conçue et exécutée. Vous connoissez à présent l'écorce de notre globe, au moins en grand. Vous avez vu quelle complication d'élémens, de formes, de textures, de structures et de gisemens cette écorce nous offre, et vous concevez quelles difficultés nous devons rencontrer dans la recherche des phénomènes et des lois qui ont présidé à cette formation. Aussi n'espérons pas que la théorie réussisse à expliquer, à construire en quelque sorte, tous ces détails, et soyons pour le présent satisfaits d'aperçus généraux qui lèvent un coin du voile qui couvre ces mystères de la plus haute antiquité.

Mr. de L. Les fastes de l'histoire de l'homme nous offrent tant de lacunes que ce seroit la plus grande témérité de vouloir lire tous les détails de l'histoire de la Nature dans les archives muets qu'elle nous a laissés, et nous devons être bien satisfaits d'avoir des aperçus généraux, pourvû qu'ils soient justes.

Mr. de P. C'est à quoi nous emploierons toutes les connoissances que nous offrent la Mécanique, la Physique et la Chimie. Mais commençons par un coup-d'oeil rapide sur ce que nous devons à nos prédécesseurs.

Les Anciens étoient, en fait de création, de vrais Grossistes, dédaignant tout détail. Notre globe lui-même leur paroissoit trop petit pour leurs hautes conceptions. Epicure, par ex: nous dit presque d'un seul mot comment l'Univers s'est formé. Le tout, selon lui, n'étoit composé que d'atomes qui tomboient de toute éternité. Un hazard interrompit cette chûte et fit que les atomes s'accrochèrent les uns aux autres pour former les mondes. D'autres Philosophes anciens admettoient quatre élémens qui formoient auparavant un cahos. La pesanteur spécifique vint enfin les ranger, la terre en bas, puis l'eau, puis l'air, puis le feu.

Mde. de L. Il me semble qu'Epicure nous a laissé le cahos dans son explication. Quelle distance de ses notions à celles d'aujourd'hui!

Mr. de L. Cette distance m'étonneroit moins que la témérité de pareilles théories, si je ne savois que l'homme, le savant tout aussi bien que l'ignorant, croit d'autant plus savoir qu'il sait moins.

[redacted]

Mr. de P. En effet on a dabord commencé par vouloir expliquer la formation de tout l'Univers; puis on a eu la modestie de ne vouloir former que les planètes de notre système solaire, et enfin seulement le globe terrestre entier; aujourd'hui l'on se borne à chercher les phénomènes et les lois à qui nous devons l'état actuel de *l'écorce de notre globe.*

Descartes, qui à voulu tout réformer, a réformé également le système de création des Anciens, sans au reste se frayer une route proprement nouvelle; car son système est de la Mécanique toute pure. Toute la matière, selon lui, formoit autrefois un seul bloc immobile. Il plut au jour à la Divinité de briser ce bloc et d'imprimer aux morceaux le mouvement. Il en résulta le frottement, qui usa ces morceaux et produisit des particules de différente groseur. Les moins frottés conservèrent leurs angles et formèrent la *matière grossière.* D'autres, frottés davantage, devinrent les *mollécules sphériques* à qui leur auteur donne le nom *d'éther.* Enfin les plus frottés fournirent la *matière subtile.* Descartes assigne à l'éther un mouvement de tourbillon, qui, selon lui, est le principe de la pesanteur et du mouvement diurne et périodique des astres. La matière grossière forma les planètes et les comètes, la matière subtile le soleil et les étoiles fixes, et l'éther donna le mouvement aux unes et aux autres. Après cette création générale Descartes en vient à la Terre. Elle étoit autrefois une étoile fixe, munie d'un tourbillon particulier. Mais comme elle contenoit par hazard une portion de matière grossière, elle déchut de ce rang élevé et le soleil s'empara d'elle, lui assignant une

place dans son tourbillon. La matière grossière forma une masse solide et opaque, qui renferma le *feu central.* Ce feu central sépara la matière la plus grossière de la moins grossière, dont la seconde devint l'océan et la première la terre ferme, qui se trouva d'abord sur l'eau, mais se rompit par la suite, s'enfonça en grande partie et ne conserva que des sommités qui sont nos continents et nos montagnes. Le feu central est l'agent des volcans.

Mr. de G. Quelle Physique!

Mr. de P. Celle du dix septième siècle. Quelques années auparavant un Ecclésiastique anglois, Thomas Burnet, avoit publié, en 1681, le premier système géologique fondé sur la narration de Moyse. Le globe terrestre étoit, dans ce système, un cahos liquide, composé de toute sorte de matières. La gravitation les précipita dans l'ordre de leur pesanteur spécifique, la terre au milieu et formant le noyau, l'eau par dessus et enfin l'air. Ce dernier des deux fluides contenoit beaucoup de parties huileuses qui le rendoient opaque; la terre étoit donc enveloppée de ténèbres. Les parties huileuses se précipitèrent enfin et l'atmosphère devint transparente. C'est ce que Moyse exprime par ce mot célèbre et sublime: *Dieu dit que la lumière soit, et la lumière fût.* Ces parties huileuses, précipitée sur l'eau, formèrent la surface de la Terre, qui alors étoit parfaitement ronde, sans océan, sans montagnes ni vallées, la demeure bienheureuse, *le paradis*, de l'humanité alors encore innocente.

Mr. de L. Thomas Burnet étoit né, je parie,

[redacted]

dans un pays plat et bourbeux, puis qu'il trouve le souverain bonheur dans ce bas monde à habiter une terre sans mer, ni montagnes, ni vallées dont le sol n'est que de l'huile épaissie. Comme en outre un globe parfaitement sphérique ne peut pas avoir de fleuves, puisque tout est au même niveau, les eaux ne peuvent s'écouler nulle part, la pluie doit rester en place; et le vrai bonheur de l'innocence a du consister à se vautrer dans la fange. Quant à moi, je suis charmé que nos premiers parens aient péché, puisque, selon Burnet, leur faute nous a apparemment procuré les montagnes et les vallées, les fleuves et l'océan.

Mr. de P. Le bon Thomas ne s'est pas expliqué clairement, là-dessus. Mais il prétend que cette croute huileuse s'est dessèchée pendant 1600 ans, au bout des quels il se forma des crévasses qui la firent tomber dans l'eau, emportant avec soi beaucoup d'air. Cette catastrophe fit monter l'eau, produisit le *déluge* et forma plusieurs cavernes pleines d'air, dans les quelles enfin l'eau se retira en partie et laissa nos continens d'aujourd'hui à sec.

Mr. de R. Selon ce système la partie visible de notre Terre ne devroit être composée que de matières inflammables, comme les houilles et les bitumes. D'où viennent donc toutes les roches, le granite, les schistes, les porphyres, les roches calcaires etc. qui assurément ne sont pas de l'huile durcie?

Mr. de G. C'est, je pense, le moindre reproche à faire à ce système. Celui que je lui fais, que je regarde comme le plus grave, c'est l'inconséquence,

c'est d'être contraire presque en tout point à la narration de Moyse qui devoit lui servir de fondement.

Mr. de P. C'est le cas de toutes les hypothèses géologiques que l'on a voulu baser sur ce récit de la création. Toutes en outre donnent un sens arbitraire aux expressions de Moyse et fabriquent à volonté des époques qui doivent avoir été désignées par les six jours.

Mde. de L. Je trouve que messieurs les Physiciens ont eu très tort de se faire interprêtes des saintes écritures. Ce livre sacré n'est pas fait pour exercer la subtilité de leur esprit et de leur imagination, mais pour nous conduire sur la voie du sentiment au Créateur, à qui nous sommes redevables de tous les biens.

Mr. de P. Leibnitz traita bientôt après, en 1693, cette matière avec beaucoup plus de Logique. Ce grand Philosophe admet que la Terre étoit autrefois un corps fondu et brûlant. L'époque de son réfroidissement jusqu'au dessous de la chaleur rouge est l'époque de la création. Les scories boursouflées, qui en résultèrent, formèrent la croute du globe inégale et montueuse. Aussi longtems que la chaleur fut au dessus de celle de l'eau bouillante, l'atmosphère contenoit toute l'eau en forme de vapeurs et les sels que celle-ci tenoit en dissolution. Le dernier réfroidissement précipita l'eau et les sels qui formèrent l'océan. C'est à cette époque que furent créés les animaux de mer et de terre. Mais ce réfroidissement, pénétrant petit à petit l'intérieur, la croute du globe se crévassa; là où la mer la couvroit, l'eau se précipita

dans les cavernes et laissa à sec de grands espaces déja peuplés de coquillages et de plantes marines. Les boursoufflures les plus élevées, qui formoient les montagnes primitives, cédèrent a la même action et tombèrent dans les gouffres qu'ils couvroient auparavant, et qui s'étoient remplis d'eau; ce qui fit remonter le niveau de la mer par dessus le continent et produisit le déluge. D'autres boursouflures ou cavernes, cédant plus tard à la même action du réfroidissement, offrirent de nouveaux espaces vides à l'océan, qui, en s'y retirant, mit de nouveau le continent à sec.

Whiston part d'une idée toute différente, que vous ne devineriez guères. La Terre étoit autrefois une comète, dont la queue contenoit toutes les matières que nous trouvons aujourd'hui à sa surface. La main du Créateur la plaça au rang des planètes et la queue se précipita sur le noyau d'une manière si turbulente qu'il en résulta les monts et les vallées. L'atmosphère ne devint que peu à peu transparente. Selon lui chaque jour du récit de Moyse est une année pendant laquelle il opère ce que la Bible raconte avoir été fait dans un jour.

Mr. de G. Comme cela est ridicule! Si le Tout-puissant a pu consommer par une suite de miracles la formation de la Terre en six ans, pourquoi pas en six jours? Quand cesserons-nous d'attribuer notre petitesse et notre foiblesse à l'Etre suprême?

Mr. de P. Ce n'est pas tout. Whiston ayant fini [illegible] il falloit construire le déluge. Pour cet effet il [illegible] une comète fort près de la Terre. Sa

queue éleva l'eau de la mer qui couvrit les continents et la laissa retomber en s'éloignant; ce qui fit reparoitre la terre ferme, mais déchirée par l'inondation et parsemée de productions marines.

Le Comte C. La chose n'est pas impossible, si nous attribuons au noyau de la comète ce que Whiston attribue à sa queue.

Mr. de P. Ce qu'il y a de plus singulier, c'est que les Astronomes ont trouvé une comète dont le cours et la durée de la course sont tels qu'en effet cet astre peut avoir alors (d'après la chronologie de la Bible) presque frisé la Terre. Malheureusement cette belle hypothèse s'accorde peu avec les 340 jours que le déluge a duré, la comète ne pouvant avoir fait un séjour assez long dans notre voisinage pour produire un effet d'aussi longue durée.

L'abbé Pluche a fait intervenir l'Astronomie aussi mal à propos pour expliquer le déluge. Selon lui la Terre étoit dans une position différente de celle d'aujourd'hui. Son axe étoit perpendiculaire au plan de l'écliptique, de sorte qu'il existoit partout une égalité parfaite de saisons. Le Créateur trouva bon de lui donner brusquement la position actuelle, et l'océan qui, à cause de sa fluidité, ne put pas participer si vîte à ce mouvement, submergea tous les continents et les laissa en suite à sec.

Le Comte C. Si ces messieurs ont besoin à tout moment de l'intervention immédiate du Tout-puissant, vaut mieux nous en tenir tout simplement à la Bible et dire: Dieu a fait ceci, Dieu a fait cela. Une explica-

[redacted]

tion doit se fonder sur les lois de la Nature et non sur des miracles.

Mr. de L. Et si monsieur de P, continue à nous régaler de ces rêves, je finirai par croire qu'il ne veut que nous plaisanter,

Mr. de P. J'avoue que tous ces romans ne m'amusent plus depuis longtems; mais je vous en devois l'esquisse, à vous surtout, mon Général, qui aimez à suivre les progrès de l'esprit humain. Consolez vous au reste; nous sommes déja arrivés au dix huitième siècle,

En 1729 Bourguet nous rammena à l'observation dans son explication de l'origine des montagnes et des vallées. Il nous fait remarquer que leur arrangement a quelque ressemblance avec des ouvrages de fortification, ou plutôt avec les sinuosités des fleuves; d'où il conclut que ces angles saillants et rentrants ont été produits par de violents courants d'eau. En effet nous retrouvons presque partout des vestiges de ces courants.

L'Italien Lazaro Moro ressuscita le feu central de Descartes, sans au reste en expliquer l'origine. Ce feu, l'aliment des volcans, souleva la croute du globe toute couverte alors d'un océan de 175 toises de profondeur, et produisit les montagnes et les continents. Sa force expansive occasionna des crévasses et des déjections, qui produisirent la salure de la mer et donnèrent à cette masse d'eau la faculté de conserver et de nourrir des plantes et des animaux. Les derniers soulèvements de la croute du globe mirent à sec des terrains autrefois

couverts par la mer; de là les productions marines trouvées dans nos montagnes.

C'est en 1777 que parut le système de Buffon, qui par la hardiesse des idées, par la richesse de l'imagination et par l'esprit observateur, dont il brille, laissa bien loin derrière lui tous les travaux éphémères qui l'avoient précédé. En effet Buffon étoit alors de tous les scrutateurs de la Nature celui qui, joignant à un génie éminent le plus de connoissances en Histoire naturelle, en Géognosie, en Physique et en Astronomie, étoit, pour ainsi dire, appellé de droit à nous parler de la formation de notre globe, d'autant plus qu'on voit qu'il tâchoit de rallentir la marche rapide de son imagination par de nombreuses expériences et par le calcul, afin de ne pas dépasser les bornes de la réalité ou au moins de la vraisemblance. Le style classique et éloquent de ce grand Naturaliste se joint à toutes ces rares qualités pour faire de ses *Epoques de la Nature* et de son *discours sur la théorie de la Terre* un travail dont l'esprit humain s'honorera toujours.

Buffon commence par assigner l'origine des planètes. L'observation si connue que ces astres se meuvent tous dans le même sens et dans des orbites qui n'embrassent qu'un espace de $7\frac{1}{2}$ degrés de largeur, lui suggéra l'idée qu'une grande comète heurta le soleil obliquement, en détacha et lança différentes portions, qui, se réunissant sur divers centres, formèrent notre système planétaire. D'après les données astronomiques d'alors Buffon évalue cette portion détachée à $\frac{1}{650}$ de la masse du soleil et construit, au moyen de ce choc et de la gravitation, la marche elliptique des planètes et leur

[redacted]

rotation sur leur axe. Personne ne doutoit alors que le soleil ne fût une masse enflammée et jusqu'à un certain point fluide; Buffon dût donc supposer que les planètes se trouvèrent dans le même état, d'où il déduit leur figure sphérique. Ces masses se sont réfroidies petit à petit et le grand Naturaliste admet d'après une suite d'expériences faites à ce sujet que la Terre a conservé la chaleur rouge pendant 3000 ans et qu'il a fallu 34,000 ans pour la réfroidir jusques au dessous de la chaleur de l'eau bouillante. Ce réfroidissement continue et finira par nous ammener au degré de congélation.

Mde. de L. Que dites-vous là, monsieur de P.? Je me déclare contre le système de Buffon; je ne veux pas être transformée en une statue de glace.

Mr. de P. Peut-il exister, madame, un plus bel enterrement? On est sûr d'être conservé parfaitement, sans altération des traits ni de la couleur, avec toutes les grâces des formes, et cela pour toute l'éternité. Au reste, consolez vous. Ni vous qui craignez ce sort, ni moi qui le trouve ravissant, n'y participerons pas, Buffon recule cette belle époque malheureusement à 93,000 ans à dâter du jour où il écrivit cette page de son ouvrage. — Mais voyons en attendant de qnelle manière il fait passer notre terre de l'état d'une masse brûlante et fondue à celui qu'elle a aujourd'hui. Le réfroidissement a du causer des creux et en même tems des excroissances. Les scories et boursoufflures, que nous observons dans de petites masses fondues et réfroidies, deviennent pour une masse comme la Terre des montagnes et des cavernes. Il en résulta de même des cré-

vasses, au travers des quelles la chaleur interne sublima les métaux et d'autres matières solides. Voilà les filons. L'océan d'aujourd'hui formoit avec l'air une une atmosphère immense. Dès que le refroidissement eut atteint une température au dessous de celle de l'eau bouillante, cette eau se précipita et forma un océan à qui Buffon donne 2000 toises de profondeur, et ne laissa que les sommets des plus hautes montagnes à sec. Ainsi voilà la possibilité des productions marines à de très grandes hauteurs.

La continuation du réfroidissement intérieur a dû causer de nouvelles crévasses au moyen des quelles l'eau a percé dans les cavernes qui, se trouvant encore à un très haut degré de chaleur, ont changé subitement l'eau en vapeurs, dont l'élasticité fit sauter les coupôles de ces cavernes. De là les bouleversemens que nous observons dans les couches de roches. Dès le premier moment de sa précipitation l'océan a dû exercer une action chimique sur les matières de la surface solide; cette action jointe à l'action mécanique des courants prodigieux qui dûrent avoir lieu lorsque les cavernes furent déchirées et remplies d'eau, explique les dévastations que nous reconnoissons être dûes à l'eau, ces sillons énormes que nous offre l'aspect des montagnes, les vallées, les terres de transport etc.

La position de notre terre vis à vis du soleil fait qu'aujourd'hui les régions boréales et glaciales sont couvertes de glaces. Mais lors du réfroidissement il doit y avoir eu une époque où ces régions avoient la température qu'ont à présent les régions équinoxiales. Ainsi

[redacted]

les éléphans, les rhinoceros, les tapirs, et autres animaux, qui de nos jours ne vivent qu'entre les tropiques, ont pu et dû vivre dans les contrées les plus proches des pôles, tandis que les environs de l'équateur n'étoient pas encore habitables par leur chaleur excessive.

Mr. de L. Ma femme regrette sûrement de n'avoir pas vécu dans ces beaux tems de jadis et est à présent Buffonienne.

Mde. de L. Probablement pour vivre avec les rhinoceros, au lieu de vivre avec vous, mon cher mari, qui ne voulez que des glacières?

Mr. de L. Vous n'eussiez pas perdu au change.

Mr. de P. Ce système de Buffon, frappé assurément au coin du génie et d'une vérité apparente, a été attaqué avec passion. Les observations géologiques postérieures, la Physique et même l'Astronomie, se sont réunies contre lui. Et cependant il se conservera dans l'histoire de la Science tant que la Science aura des hommes de tête capables d'en sentir les beautés, ces beautés ne fussent-elles que des beautés de roman. La petitesse seule déprise le génie.

L'immortel Franklin entra dans la lice géologique à peu près dans le même tems que Buffon, avec une idée nouvelle. Il suppose que toute la matière de notre Terre étoit autrefois en forme de gaz ou de vapeur, répandue dans l'espace; que cette matière, soumise à la loi de la gravitation, a dû former une sphère dont l'intérieur a une densité qui surpasse même celle des métaux. En effet si l'on suppose notre atmosphère prol

gée vers le centre seulement jusqu'à une profondeur de 12 lieues, l'or nagera sur elle comme le bois sur l'eau. Cette matière, livrée à l'action chimique, a dû, selon Franklin, former des dépots solides, et des dépots liquides, qui sont notre continent et notre océan d'aujourd'hui, et qui n'ont pu, en vertu de leur peu de pesanteur spécifique, se loger qu'à une petite profondeur, où ils flotteroient s'ils ne formoient pas une masse continue. Ainsi dans cette hypothèse notre globe terrestre n'est composé que d'une écorce solide, qui a un noyau de gaz d'une très grande densité et une atmosphère d'une beaucoup moindre densité.

Mr. de T. Ainsi nous flottons entre deux gaz: position un peu critique!

Mr. de P. Asurément, et d'autant plus critique pour tout autre que pour un brave comme vous, que Franklin nous dit que, lorsque ce globe reçut l'impulsion qui produisit son mouvement diurne et applatit les pôles, cette croute dût nécessairement se fracasser et que des productions de vapeurs dans l'intérieur, dont nous ne pouvons pas assigner la cause, occasionnent des ondulations dans le noyau gazeux, qui font trémousser et même crever de grandes parties de la croute sur laquelle nous vivons et causons. Vous voyez que cette architecture de notre globe doit expliquer et les bouleversemens qu'ont éprouvé les continents d'autrefois et les tremblemens de terre d'aujourd'hui.

Mde. de L. Le grand Franklin eût beaucoup mieux fait de nous donner une assiète plus solide.

Mr. de P. Quant à moi, madame, je suis très

tranquille là-dessus; étant en état de prouver mathématiquement qu'il est impossible qu'une portion de matière en forme gazeuse se réunisse jamais en un corps sphérique, s'il n'existe un noyeau solide ou au moins liquide, qui serve de point de ralliement aux particules gazeuses, et que parconséquent toute l'hypothèse de Franklin n'est qu'un rêve.

Mr. de T. Le théorème de Newton; qui prouve que la pesanteur au centre de la Terre est égale à zéro et augmente de là vers la circonférence, m'a d'abord rendu l'existence d'une sphère de gaz très suspecte.

Le docteur écossois Hutton admet un océan et un continent primitifs. Les masses de celui-ci se trouvoient au fond de l'eau, où le feu central ou volcanique les mit en fusion et les éleva ensuite par sa force expansive au dessus de l'océan. Ces opérations se continuent encore sur la masse de terrains délités que les fleuves charient à la mer et produisent par les révolutions qu'elles occasionnent divers changemens dans la croute de notre globe. Ainsi dans ce système, qui a eu de son tems de la célébrité et l'éloquent Docteur Playfair pour protecteur, toute notre terre ferme a éprouvé l'action du feu et les cristallisations de nos roches, la formation du granite, du gneus, des schistes, des basaltes, des amphibolites etc. en sont une suite.

Le Comte B. Les Naturalistes d'aujourd'hui lui cèderont difficilement cette thèse.

Mr. de L. Je n'en doute pas; mais d'où viennent l'océan et le continent primitifs?

Mr. de P. Quant à l'océan, il l'admet, à l'exemple des autres Géologues, comme matière créée et con-

tenant antérieurement en état de solution tous les matériaux qui composent le continent primitif, qui se sont précipités, également avant l'époque de formation à laquelle l'auteur fait commencer son système. Mais Hutton ne nous dit rien sur les lois qui ont présidé à cette précipitation des matières dissolues dans l'eau, ce qui est le plus grand problème de la Géologie.

La Place enfin (car il faut terminer l'énumération de ce que notre Général nomme rêves géologiques) nous rammène à l'idée de former notre système solaire et pense que l'atmosphère du soleil s'est primitivement étendue au de là des orbes de toutes les planètes et qu'elle s'est resserrée jusqu'à ses limites actuelles par un réfroidissement successif, qui a occasionné le rapprochement des parties dont nos planètes sont formées.

Mr. de T. Cela supposeroit que ces parties, aujourd'hui solides et liquides, étoient autrefois gazeuses ou en forme de vapeurs; ce que je n'ose ni nier ni affirmer; mais je ne vois pas comment des sphères particulières auroient pu se former par ces condénsations. Il me semble qu'il n'eut pu se former qu'une croute générale, sphérique, ou plutôt elliptique, dont le soleil seroit le centre, et non des corps sphériques isolés.

Mr. de P. La Place suppose qu'un rassemblement de ce genre, de la matière des planètes, n'a dû avoir lieu qu'en forme de zône et dans le plan de l'équateur du soleil et même qu'on ne retrouve ce phénomène que dans l'anneau de Saturne, et que cette matière a formé d'abord de petites corps dont les uns, après avoir acquis assez de masse, en ont attiré plusieurs autres, dont l'insemble a formé les planètes.

[redacted]

Mr. de L. Quant à moi, je ne conçois pas cette création.

Mr. de P. J'avoue que je me trouve dans le même cas. En général nous avons tort de vouloir chercher l'origine des planètes et comètes, de construire une *Cosmogonie*, c. à. d. une histoire de la création, de vouloir en quelque sorte former les mondes. Soyons plus modestes; avouons notre ignorance sur ces faits que la sagacité humaine n'atteindra jamais. Remettons nous en au Créateur pour ces époques primordiales où l'acte de sa volonté fit sortir la nature du néant, fixa la masse et le nombre des globes célestes, désigna les matières dont ils sont composés, leur assigna leur place dans l'espace et compassa leurs mouvemens. Nous ne connoissons qu'un seul de ces globes en détail, la Terre que nous habitons, et encore très imparfaitement, uniquement à sa surface.

Mr. de R. Le Général ne sera pas satisfait de voir ainsi couper les ailes à l'imagination et resserrer les bornes de son Empire.

Mr. de L. Vous vous trompez, monsieur de R.; J'aime les idées grandes et hardies, mais pas les idées folles. Je sais qu'il existe des millions, peut-être des billions et des trillons de corps célestes; mon imagination se peint tous ces mondes formant un tout admirable que je ne conçois pas et j'adore la Divinité qui les créa. Mais je le répète: C'est une témérité absurde de vouloir assigner à un seul la cause de son existence, qui tient assurement à celle de tous les autres.

Mr. de P. Ainsi vous serez satisfait de chercher à

connoitre l'écorce de notre petit globe et à dévoiler la Mécanique qui a présidé aux changemens qu'elle a éprouvés et lui a donné son état actuel.

Mde. de L. Et je crains bien que les difficultés que nous rencontrerons ne nous paroissent souvent insurmontables.

Mr. de P. Prenez courage, madame; votre zèle et la patience dont vous avez honoré ces entretiens vous guideront dans cette carrière difficile, où nous serons obligés d'en appeller souvent à l'imagination, que la justesse de votre esprit saura contenir dans de justes bornes.

Mr. de L. J'espère que la modération que je viens de témoigner vous engagera à ne pas trop resserrer ces limites.

Mr. de P. Ne craignez rien, mon Général, de ce côté là. C'est sûrement dans cette partie de la Physique que j'ai appliqué le plus souvent le mot: *audaces fortuna juvat.*

Mde. de L. Que veut dire ce latin?

Le Comte B. Que les poltrons réussissent mal, à quoi j'ajoute que monsieur notre Physicien n'est pas poltron.

Mr. de P. Cet éloge équivoque, monsieur le Comte, est tant soit peu diplomatique. — Mais entrons en matière et commençons par quelques idées détachées sur la Géologie, qui serviront en quelque sorte d'avant-pro-

[redacted]

pos aux systèmes détaillés que j'aurai l'honneur de vous offrir.

Plusieurs ont, comme vous venez de voir, formé et ravagé la terre par le feu. De la Métherie, par contre, posa en fait, déja en 1767 que *l'écorce de notre globe est le fruit d'une précipitation aqueuse, que toutes les matières qui la composent, jusqu'à une profondeur indéterminée, étoient autrefois dissoutes dans un océan non interrompu qui couvroit le noyau de ce globe.* De la Métherie appuie cette thèse à juste titre sur la quantité immense de débris de familles entières de coquillages marins dont les plus hauts sommets des montagnes sont parsemées. En effet, si nous ne voulons pas faire un miracle pour transporter là ces restes d'un monde marin, nous devons supposer que l'océan a dû autrefois séjourner sur ces sommités et fut le domicile vivant de tous ces animaux.

Mr. de G. Ne pourroit-on pas supposer qu'un bouleversement total de l'océan et des continents ait ammené et laissé ces coquillages sur les plus hautes montagnes?

Mr. de P. D'abord il seroit difficile de concevoir comment ces coquillages se trouveroient si souvent en familles et précisément comme on doit imaginer qu'ils se devroient trouver, s'ils avoient vécu là et que les générations s'y fussent renouvellées pendant des siècles. En second lieu ce ne seroit pas sur le sommet des montagnes, mais dans les vallées seules qu'on les trouveroit aujourd'hui; enfin nous connoissons des montagnes entières de pierre calcaire pétries de ces restes d'un monde

[redacted]

organique; et ces montagnes ne sont pas des terres de transport; au contraire nous devons admettre que ces coquillages logeoient des animaux en vie pendant que ces montagnes se sont formées.

En outre l'état de cristallisation, dans lequel se trouve la majeure partie des roches qui forment l'écorce de notre globe, indique généralement que ces masses sont le fruit d'une précipitation aqueuse. Au reste ce principe a été contesté par nombre de Naturalistes, qui ont attribué à la chaleur cet état de cristallisation, et pendant plus de 30 ans les Géologistes s'étoient partagés en deux sectes qu'on nommoit les Neptunistes et les Vulcanistes. Le Basalte, qui semble tenir à la nature des roches cristallisées et des roches non cristallisées, a donné lieu à de nombreux débats à cet égard, qui seront bientôt oubliés.

Mr. de R. Je ne puis tout-à-fait abandonner l'hypothèse de monsieur de G. Nous avons le déluge.

Mr. de P. Assurément, et vous pouvez ajouter que les traditions non seulement des Hébreux, mais aussi de tous les peuples de l'antiquité, des Indiens, des Egyptiens, des Grecs et même des Chinois nous parlent d'un déluge, et qu'il est difficile d'admettre que ces peuples aient tous puisé cette idée dans la Bible. Mais ce déluge, que les Anciens admettoient généralement, est la dernière des nombreuses révolutions qui ont altéré la surface du globe terrestre, dont les vestiges étoient trop récents pour ne pas être reconnus par le genre humain dès qu'il habita la Terre; et sans cesser d'être Physiciens, nous pouvons même admettre qu'il en fut le témoin oculaire.

[redacted]

Les *animaux fossiles*, quadrupèdes et autres, que l'on retrouve dans tout autre climat que celui que la Nature a assigné aux races d'aujourd'hui ou aux races analogues, offrent un problème difficile à résoudre, à la solution du quel bien des têtes se sont exercées. L'Astronomie fut mise en réquisition et l'on tourna et retourna l'axe de la Terre pour former les saisons de manière à ce qu'elles fournissent l'explication. D'abord on admit que cet axe se trouvoit autrefois perpendiculaire au plan de l'orbite de notre planète, et que parconséquent il n'y avoit alors ni été ni hyver, mais une saison constante pendant toute l'année sur tous les points du globe.

Mr. de R. Ce seroit donc pour nos climats européens un printems éternel.

Mr. de P. J'en conviens; mais ce printems chéri n'eût au nord de la Sibérie offert que 1 ou 2 degrés de chaud, et n'auroit guères été du goût des Eléphans qu'on y trouve enfouis; il n'eût pas même fourni la végétation nécessaire à leur nourriture.

D'autres ont voulu nous faire croire que l'inclinaison de l'axe de la Terre étoit jadis plus grande qu'aujourd'hui, et que parconséquent les pôles avoient un climat bien plus chaud qu'à présent. Ceci ne seroit pas [illegible] quant à l'été; mais l'hyver eut été encore plus [illegible], et les pauvres mamouths seroient, dès la première génération, crévés de froid, à moins qu'ils n'eussent voulu faire chaque année un voyage vers les tropiques et cependant préférer trouver leur tombeau en [illegible]

Mr. de G. Il me semble voir ces messieurs saisir les deux pôles avec leurs mains et tourner la Terre à leur fantaisie. Cela pourroit être amusant, mais je doute que nous nous en trouvassions bien.

Mr. de P. La Nature fait cette opération encore aujourd'hui. L'axe de notre globe n'a pas une inclinaison fixe sur le plan de son orbite; elle varie non seulement dans le cours d'une année de quelques secondes par les diverses positions de la lune et revient à sa première position au bout de l'an, mais aussi l'on croyoit avoir observé un changement continu dans cette position, évalué à 33 secondes par siècle; sur quoi l'on s'appuioit dans les hypothèses que je viens d'alléguer. Mais La Place a prouvé qu'il est produit par l'influence des autres planètes sur la nôtre, qu'il est parconséquent périodique et que son maximum est de 1 degré 29 minutes, quantité si petite qu'il est impossible de lui attribuer une influence sensible sur les climats.

Le Comte C. La Place est toujours grand quand il parle Mathématiques ou Astronomie.

Le jeune de L. Mais pourquoi notre Terre est-elle inclinée sur le plan de son orbite? Elle feroit mieux de marcher droit.

Mr. de P. Si la régularité a tant d'attraits pour vous, vous exigerez aussi que les étoiles fixes soient disséminées dans le firmament à des distances égales et que le ciel ait l'air d'une coupole dessinée au compas. Le grand Architecte, qui à bâti l'Univers, n'a pas besoin de cette symmétrie pour comprendre son ouvrage. Mais

[redacted]

placez en idée l'axe de notre globe comme vous le désirez, et vous verrez qu'alors une bien plus grande partie de sa surface sera incapable de nourrir des plantes et d'être parconséquent habitable pour l'homme et les animaux; que ce globe ne pourroit pas avoir une aussi grande variété d'êtres organisés des deux genres; que tout seroit également compassé et uniforme dans les phénomènes de l'atmosphère.

Mr. de G. Et cette uniformité seroit non seulement très omineuse, mais aussi elle seroit nuisible au développement des facultés de l'homme, développement qui ne peut être excité que par les difficultés et les désagrémens apparents ou passagers que la Nature nous offre. C'est moins la chaleur que l'uniformité du climat qui a arrêté le développement de l'entendement humain dans les régions équinoctiales, et c'est à la turbulence de l'atmosphère que l'Européen doit son esprit scrutateur.

Mr de P. Retournons à nos hypothèses. Pour expliquer d'un seul coup le changement du climat et le déluge on a imaginé avec l'abbé Pluche que la Terre avoit autrefois une position presque contraire à celle d'aujourd'hui, qu'elle se tourne à présent sur le diamètre de son équateur d'alors, et qu'un acte immédiat de la Divinité l'a retournée subitement pour la faire aller comme elle va aujourd'hui. Mais il suivroit de là que l'applattisement de notre globe, causé par la rotation, eut été autrefois le contraire de ce qu'il est aujourd'hui, et que parconséquent ce changement de l'axe a du déplacer une masse de roches de 6 lieues d'épaisseur de l'équateur aux pôles; ce qui sûrement eut renversé et applati toutes nos montagnes.

Mr. de L. C'est à dire que, pour expliquer la trouvaille de quelques os de Mamouths et de Rhinoceros, ces messieurs fracassent les os à la Terre entière. Dites nous donc, monsieur de P., quelqne chose de sensé.

Mr. de P. C'est Humboldt qui va le faire. Il dit que la précipitation générale, qui a formé les continents, a dû produire à la surface du globe entier, une température considérable, qui peut avoir égalé aux pôles celle que nous observons aujourd'hui entre les tropiques, et que pendant le réfroidissement les animaux de la raçe des élephans et autres se sont retirés vers l'équateur.

Mr. de L. Voilà de la Physique!

Mr. de P. Assurément; mais cette hypothèse, excellente en soi, ne nous dit pas comment il s'est fait que les ours blancs, qui aujourd'hui ne peuvent vivre qu'à 70 degrés de latitude, ont véçu autrefois au milieu de l'Allemagne. Il faudra bien avoir recours à une autre hypothèse pour expliquer cette double transposition des animaux, des tropiques vers les pôles et des pôles vers l'équateur; sujet que je dois remettre à un autre tems.

Les *filons*, que je vous ai déja décrits, sont une nouvelle énigme dont plusieurs Géologistes ont cherché le mot, surtout quant aux métaux. Les uns font naître et croitre les métaux dans ces crévasses des roches à peu près comme des plantes souterraines; idée qui répugne à toutes nos notions sur les minéraux et les végétaux. D'autres supposent que les métaux se trouvent à une grande profondeur sous terre, y sont chauffés à l'ex-

[redacted]

cès et sublimés par l'activité du feu; ce qui les força de se répandre en forme de vapeur dans les filons où, en se réfroidissant, ils ont pris leur forme actuelle. Mais cette forme n'a pas du tout l'air d'avoir été engendrée par voie de sublimation, mais seulement de fusion; et la gangue, ces autres matières qui accompagnent les métaux, ont encore moins ce caractère; car nous ne connoissons aucun degré de chaleur qui pût volatiliser les quarz, la calcédoine etc. qui enveloppent la bande métallique dans les filons. Enfin quel genre de sublimation pourra faire traverser aux métaux plusieurs couches immenses de roches non interrompues, pour arriver aux lits qui contiennent si souvent des pyrites, des métaux oxidés et même en forme métallique?

Ces difficultés, jointes à l'observation très connue que bien des filons sont remplis uniquement de tout autres matières que de métal, a porté le célèbre Werner à admettre que les filons ont été remplis, non de bas en haut, mais de haut en bas. Cette idée est le plus généralement adoptée et se retrouve dans bien des ouvrages nouveaux de Géologie. Examinons la un peu de près pour savoir ce qu'elle vaut.

Mr. de L. Vous n'êtes sûrement pas son protecteur.

Mr. de P. Je serois fâché que vous en doutassiez, cette hypothèse ne répondant nullement à l'idée que l'on a à juste titre du mérite de son auteur; et je vous en dois d'autant plus la réfutation que Werner, entiché de fixer l'âge des minéraux en général, a essayé de déterminer celui des métaux, assignant par ex: à l'étain

et à l'arsénic la plus grande vétusté et à l'or et l'argent la moindre.

Ce grand Minéralogiste imagine qu'après la formation de la majeure partie des roches de la croute de notre globe, il se trouva à leur surface et délayée dans l'océan, une matière contenant les métaux et d'autres minéraux, qui n'attendit que les crévasses produites dans les roches par les révolutions que cette croute a subies, pour se répandre, au moyen des mouvemens de l'océan, dans ces crévasses et les remplir. Mais on lui objecte avec raison qu'il seroit fort singulier qu'il n'eut existé alors de cette sauce en partie métallique précisément que ce qu'il en falloit pour combler les filons puisqu'on n'en retrouve pas les moindres restes. Quant à moi, j'ajoute à cette objection, aussi plaisante que juste, les observations suivantes.

D'abord il faut admettre que cette masse, en partie solide et en partie liquide, se trouvant une fois dans les filons à l'abri des bouleversemens de l'océan, a dû se séparer selon la loi de la pesanteur spécifique, les matières solides en bas et l'eau dans les parties supérieures; ce qui n'a été observé nulle part; car on n'arrive pas aux métaux et à la gangue des filons au travers d'une énorme colonne d'eau. De plus: les grandes lacunes, les espaces vides de métaux, de gangue et d'eau qu'on trouve dans les filons, sont inexplicables dans cette hypothèse. Car si l'on vouloit admettre qu'un gaz quelconque se fut opposé au remplissage et eut produit ces excavations partielles, on demande à juste titre comment cette sauce a pu pénétrer dans des crévasses d'un demi pouce d'épaisseur, si le gaz contenu dans les

filons a produit des creux d'une toise de diamètre et plus. Comment en outre Werner expliquera-t-il par cette forme de remplissage si irrégulière la symmétrie dans l'emplacement du métal et les passages qu'on observe dans la gangue depuis les salbandes jusqu'au milieu? Werner croit se tirer d'affaire en attribuant ce phénomène si frappant à l'influence de la masse hétérogène des roches. Mais d'un côté cette influence est encore un mystère que Werner n'a pas éclairci, et d'un autre côté est-il croyable que des masses de granite, de schistes, de porphyres, d'amphibiolites etc. aient eu toutes le même effet sur la gangue et sur les métaux? Enfin à quelle force physique ou chimique, attractive ou répulsive, peut-on attribuer cet arrangement symmétrique?

Mr. de L. Nous donnerez-vous quelque chose de mieux?

Mr. de P. Je l'espère; mais ce n'est pas le moment de le faire; au contraire c'est celui de terminer ce long entretien, qui eut certainement ennuïé mon patient auditoire, s'il n'avoit pas ouvert un si beau champ à la Critique.

Cent dixième entretien.

Mr. *de L.* Avez vous, monsieur de P., encore des rêves à nous conter?

Mr. de P. Assurément puisque nous en sommes à la Géologie. Mais les deux que je vais vous offrir aujourd'hui, ont un autre caractère que les précédents; ils en imposent par l'étendue des connoissances de leurs auteurs, par la sagacité qui y est souvent développée et par l'applaudissement qu'ils ont reçus. Ils sont à peu près contemporains et doivent leur existence à De Luc et à Werner, noms célébrés à si juste titre dans les fastes de la Science de la Nature. Ce sont deux systèmes géologiques complets, mais qui se bornent, à expliquer comment l'écorce de notre globe s'est formée et sont en quelque sorte les représentans de l'état de la Science à cet égard jusqu'à il y a environ neuf ans.

De Luc base son système géologique sur la narration de Moyse, changeant les jours en périodes, dont la durée n'est pas assignée, et contredit en cela les idées de plusieurs de ses prédécesseurs, surtout de Buffon sur le grand âge de la Terre, affirmant sur la foi des obser-

vations, faites sur les quadrupèdes fossiles, que l'état actuel de l'écorce de notre globe ne peut avoir une plus grande antiquité que celle que la Bible lui donne.

Mde. de L. Pourquoi De Luc a-t-il fait revivre l'idée de trouver la Géologie dans le premier chapitre de la Genèse?

Mr. de P. Il n'a jamais pu s'en défaire. Déja il l'avoit émise en 1779 dans ses lettres physiques et morales sur l'histoire de la Terre et de l'homme adressées à la Reine de la Grande-Bretagne; et en 1793 il la renouvelle dans ses lettres géologiques à Blumenbach, deux ouvrages où il expose son système entier.

De Luc admet comme premier principe le théorème de De la Métherie, reconnoissant que l'écorce de notre Terre étoit autrefois une masse fluide qui contenoit tous les élémens, qui formèrent nos continents et les substances organiques, en partie dissouts, en partie seulement mêlés à l'eau. Cette masse d'alors, c'est le *cahos* de Moyse. De Luc, constamment fidèle à ce principe est un Neptuniste absolu, n'assignant à la chaleur aucune part aux révolutions qui ont fixé successivement l'état de la croute du globe terrestre.

Quant au noyau de la Terre, il le considère comme un amas de pulvicules sèches et susceptibles d'absorber une très grande quantité d'eau, et ce noyau est incomparablement plus grand que l'écorce que De Luc entreprend de construire.

Enfin croyant nécessaire d'oter aux principes, qui ont constitué depuis nos continents, la faculté d'agir les uns sur les autres avant le moment où il plût à la

Divinité de former l'écorce de notre Terre, De Luc, admet que la masse entière de l'océan qui couvroit le noyau et contenoit tous ces principes, étoit alors gelé. L'acte primordial du Tout-puissant fut de créer la lumière (*Que la lumière soit, et la lumière fut*) dans tout l'intérieur du globe terrestre. Ce luminique se réunit à la matière du feu pour fondre l'océan glacé.

Le jeune de L. Il me semble qu'il eut suffi du calorique pour opérer ce dégel.

Mr. de P. Ceci tient à l'opinion particulière de De Luc sur le luminique et le calorique, que je vous ai esquissée dans le chapitre de la lumière.

Mde. de L. Si cela continue je deviendrai sûrement partisan de De Luc. Il y a beaucoup d'esprit à faire geler l'océan pour arrêter la formation de notre séjour jusqu'au moment nécessaire.

Mr. de L. Et surtout à trouver que le premier acte créateur a été de faire du chaud. Nous connoissons votre foible, madame. A présent vous avez beau jeu d'assister au reste de la création.

Mr. de P. Ce mot est juste, Général. Nous allons en quelque sorte assister à ce grand acte en parcourant avec De Luc les six jours ou périodes que la Bible et notre auteur assignent à sa durée.

Premier période. L'enveloppe glacée du globe étant fondue, le premier phénomène qui a dû avoir lieu est la descente des particules solides, mêlées mécaniquement, non chimiquement, à l'eau. Ces par-

ticules étaient extrêmement fines et formèrent sur le noyau de la Terre une matière bourbeuse, sur laquelle se déposa le reste.

Mde. de L. Ainsi nous voilà assis sur de la boue! Y pensez-vous, monsieur de P.? Et que dira monsieur de T. de voir la plus grande bâtisse qui ait jamais été exécutée, posée sur un aussi mauvais fondement?

Mr. de P. Je ne saurois qu'y faire, madame. De très fines parties terreuses, mêlées avec de l'eau, produisent nécessairement de la boue; et ce mauvais fondement, qui doit déplaire à monsieur de T., étoit également nécessaire, puisque l'édifice, qui lui a été confié, devoit s'écrouler. — Au reste, madame, oserois-je vous prier de ne pas m'interrompre dans l'exposition de ce système, afin que je ne sois pas forçé d'anticiper; ce qui vous empêcheroit de voir ce système dans son ensemble.

Second période. A cette précipitation mécanique succéde la précipitation chimique et cristallique des élémens dissouts par affinité dans l'eau, qui forma le granite. Elle eut lieu en différents tems; a été interrompue par des pauses; aux quelles on doit attribuer les différentes couches du granite. Cette grande opération chimique produisit des gaz, qui s'échappèrent au dessus de l'océan et formèrent la première portion de l'atmosphère. Vous voyez que ce système a l'avantage sur tous les précédents d'expliquer la naissance de ce fluide dans le quel nous vivons.

Troisième période. Jusqu'ici tout s'est

fait avec la plus grande tranquillité; mais à présent nous voilà arrivés au moment des premières révolutions. Les masses de granite, si mal basées sur le mauvais fondement de boue, qui déplait si fort à madame de L., n'y restèrent pas tranquilles. L'eau mêlée aux parties solides qui s'étoient déposées pendant le premier période, avoit eu pendant le second le tems de se retirer dans les pulvicules du noyau du globe; et comme les couches de granite arrêtoient le remplacement de cette eau, il a dû se former sous la matière bourbeuse d'énormes cavités, des cavernes dont la croute ne put plus supporter les masses dont elles étoient chargées, et les couches granitiques dûrent s'écrouler et s'enfoncer en partie dans la masse bourbeuse; tandis que l'océan se retira dans les cavernes. Cette opération mit une grande partie du granite à sec et forma le continent primitif, sur lequel s'établit la première végétation, dont la décomposition chimique produisit les houilles. Ces plantes d'alors dûrent avoir une organisation différente de celle de nos plantes d'aujourd'hui, par ce que le soleil ne luisoit pas encore.

Quatrième période. Le Tout-puissant fait luire le soleil; et la lumière rayonnante, différente du luminique, qui avoit pénétré l'écorce de notre globe pour la dégeler, éclaira pour la première fois la Terre et les autres corps de notre système solaire.

Cinquième période. La lumière du soleil occasionna de nouvelles précipitations, qui formèrent les schistes et les roches calcaires primitives, et c'est dans ce tems-là que le règne animal commença à se

[redacted]

produire dans la mer. Ces roches de seconde formation formèrent des espèces de voûtes appuiées sur les éminences des masses de granite encore couvertes d'eau, laissant entre elles un nouvel étage de cavernes. Ce nouveau poids, ajouté à celui des granites qui n'avoient pas succombé à la première dévastation, se soutint encore quelque tems. Mais cependant l'eau de la matière bourbeuse continuoit à se retirer vers le centre de la Terre et le gaz qui se trouvoit entre les pulvicules continuoit à se dégager. Enfin la matière bourbeuse succomba, le tout s'écroula et le gaz de ces cavernes inférieures s'éleva pour ajouter à la masse de notre atmosphère. C'est dans ce période que parurent les premiers animaux du continent.

Cet écroulement explique pourquoi nous trouvons les schistes et les rochers calcaires gisés sur le granite et couvrants le flanc des montagnes. Il a dû produire non seulement quantité de fracassemens qui forment les inégalités de la surface de la Terre, mais aussi nombre de ruptures dans les masses, ruptures qui sont les filons remplis depuis par de nouvelles précipitations. L'océan, en se retirant dans les nouvelles cavernes inférieures, a laissé à sec une nouvelle portion de continent. Les gaz de ces cavernes inférieures, comprimés par les masses énormes de roches et par l'océan lui-même, ont dû en s'échappant lancer au loin ces blocs de granite que l'on retrouve sur le penchant des montagnes et dans les plaines. Enfin c'est dans ce période que De Luc place l'origine des volcans, dont le foyer est, selon lui, dans la masse bourbeuse au dessous de toutes les roches. Mais il n'entreprend pas d'expliquer

la cause de leur chaleur, capable de changer les roches en laves, et se contente d'assigner à la vapeur de l'eau la force élastique qui bouleverse la terre.

Sixième période. Les précipitations chimiques arrivèrent à leur fin dans le période précédent; mais l'océan contenoit encore des particules très fines de chaux, d'alumine etc. qui toutes n'avoit pas eu le tems de tomber vers le fond de la mer à cause des bouleversemens continuels qu'éprouvoit alors l'océan. En outre ces bouleversmens avoient produit une grande quantité de sables et de débris de roches qui, conjointement avec ces particules, composent nos terrains de transport, terrains qui contiennent les quadrupèdes fossiles. Ces animaux vivoient dans les lieux où on les trouve aujourd'hui, par ce que l'atmosphère d'alors étoit différente de ce qu'elle est à présent.

C'est à ce période qu'appartient la dernière des grandes révolutions que l'écorce de notre globe a essuiées, le déluge, qui ne s'étendit que sur une partie de la Terre et fut produit par l'écoulement de la dernière caverne, dans le creux de la quelle la mer se retira et laissa une nouvelle portion de continent à sec. L'air qui s'en dégage augmenta et modifia pour la dernière fois notre atmosphère.

Telle est, selon de Luc, l'esquisse du tableau de la création ou plutôt de la formation de l'écorce de notre globe. Lorsqu'on lit les ouvrages de ce célèbre scrutateur de la Nature, l'on est étonné de la multitude de connoissances physiques et géognostiques qu'il y déploie; mais en même tems on éprouve de si

grandes difficutés à suivre le fil de ces idées, que l'on est tenté de soubçonner que l'auteur lui-même ne s'est jamais formé une idée claire de son système.

Le Comte C. Je me permettrai d'observer que le dessein d'être fidèle à la rélation de Moyse a dû le gêner beaucoup et qu'il n'a pas même atteint ce but complettement.

Mr. de P. Nous lui passerons volontiers quelques inconséquences à cet égard. Mais que pensez-vous de ce système comme système géologique?

Le Comte C. Je me garderai bien d'en entreprendre la critique, quoique je croie qu'on pourroit lui faire bien des objections.

Le jeune de L. Peut-être nous réussiroit-elle si nous nous réunissions.

Mr. de L. Surtout si vous étiez de la partie, à ce que vous vous imaginez.

Le jeune de L. Je n'ai pas cette présomption; mais il me semble par ex. que l'idée de créer une lumière qui ne luit pas, mais qui fait fondre l'eau, est très antiphysique.

Mr. de L. Cela peu être; mais De Luc auroit pu tout aussi bien créer le calorique et alors votre objection tomberoit d'elle-même.

Mr. de R. Je ne m'accommode pas des pulvicules qui constituent le noyau de notre globe; elles ne répondent guères à la grande pesanteur spécifique que nous lui connoissons, et ne me paroissent imaginées que pour absorber de l'eau.

Mr. de L. Elles pourroient être de nature métallique. Et quant à leur invention, pouvons-nous nous

formaliser de ce que le Géologiste fasse du noyau de la Terre ce qu'il doit être pour son système, puisque nous ne savons absolument rien de cette grande base qui porte nos continens et l'océan?

Mde. de L. Comme vous êtes doux aujourd'hui, mon ami! Ou bien vous seriez-vous réellement pris de passion pour le système de De Luc?

Mr. de L. Je sens les difficultés d'une saine Géologie et je ne veux pas qu'on gène le Géologiste plus que la Géognosie et la Physique ne l'exigent.

Mr. de P. Vous avez raison, Général. Mais ce sont principalement ces deux sciences qui réclament nos observations contre ce système. Voyons d'abord, monsieur de T., ce que dit la Mécanique.

Mr. de T. Si j'osois me faire son interprête, je demanderois d'abord à De Luc à quelle époque il place la rotation de la Terre, ou s'il suppose cette rotation être primordiale.

Mr. de P. J'avois oublié de vous dire qu'il en cherche l'origine dans l'acte de la Divinité qui imprégna de luminique la croûte du globe, que, selon lui, c'est le luminique qui produisit ce mouvement et qu'il précéda parconséquent tous les phénomènes qui eurent lieu dès le premier jour.

Mr. de T. J'avoue que je ne conçois pas comment De Luc explique cet effet par cette cause. Mais si ce phénomène a eu lieu dans le premier période, quelle figure la Terre avoit-t-elle auparavant? Et en tout cas ce ne pouvoit pas être celle de l'ellipsoïde applati; et le transport des masses de pulvicules et de fluide, nécessaire à former l'ellipsoïde, eut été la plus

[redacted]

grande des révolutions possibles, qui eut mêlé la boue qui se formait alors avec les pulvicules du noyau et en eut fait un ciment que l'océan n'eut plus pénétré.

Le jeune de L. Il me semble que nous devrions, avant de nous engager dans le détail des opérationi mécaniques, demander à De Luc comment les parties constituantes de l'écorce de notre globe eussent pu se trouver disséminées, mécaniquement et chimiquement dans une masse gelée? Et, si cela est, il faut supposer que cette masse fut auparavant fluide; ce qui nous forcera à lui faire la question: Comment cette masse fluide a-t-elle pu géler? Et en outre: Comment pouvoit-elle être fluide avant la création du luminique ou du calorique? Il me paroit qu'il ne pourra répondre que par un miracle.

Le Comte C. Je ne conçois pas non plus qne, dès que l'océan, qui couvroit le globe, fut devenu liquide, l'eau n'ait pas d'abord pénétré la masse pulviculaire pendant tout le premier période et qu'elle ait attendu de le faire au troisième.

Mr. de L. Si cela eut eu lieu plutôt, l'air se dégageant en même tems des pulvicules, auroit traversé facilement la boue qui se formoit dans le premier période et les granites qui se cristallisoient dans la seconde; alors nous n'aurions eu ni les cavernes sous la matière bourbeuse, ni les bouleversemens qu'elles ont occasionnés et toute l'écorce de notre globe eut formé une masse composée de tubes qui se seroient étendus du noyau de la Terre jusqu'à la surface.

Mr. de R. Peut-on justifier uu auteur plus malicieusement?

Mde. de L. Ainsi votre bonhommie apparente étoit du sarcasme?

Mr. de L. (*riant*) Un tigre devient jamais un agneau.

Mr. de T. J'avoue que je ne conçois pas comment De Luc bâtit ces premières cavernes. L'eau de la masse bourbeuse se retire dans les pulvicules et en chasse l'air contenu dans leurs interstices, air qui, en vertu de sa légèreté, doit s'élever; fort bien. Mais il ne fait que prendre la place de l'eau qui s'est retirée; et alors point de cavernes. Ou', si la masse bourbeuse est assez compacte pour lui interdire l'accès dans son intérieur, l'air devroit se loger entre le noyau de la Terre et la masse bourbeuse; mais alors il faudroit que ce gaz eut assez d'élasticité pour soulever la masse bourbeuse et l'océan qui la couvre. D'où lui viendroit cette elasticité?

Mr. de R. D'où vient l'élasticicité de l'air qui se dégage du bois mouillé et fait sauter les pierres de moulin?

Mr. de T. Permettez moi, *Mr. de R.*, de répondre qu'ici elle vient de l'affinité du gaz pour la substance végétale, affiinité qui coërce son élasticité aussi longtems que le gaz se trouve dans le bois. Mais je doute que ce cas ait lieu lorsqu'il s'agit d'une substance minérale, qui n'offre que de l'adhésion et non de l'affinité pour l'eau.

Mr. de P. Cette observation est très juste et je suis de l'avis de monsieur de T., que ce mécanisme ne peut nullement produire des cavernes.

Mr. de T. Celui que De Luc a imaginé pour pro-

duire son second étage de cavernes, me paroit aussi inconcevable. Qui croira jamais que, lorsque les schistes se précipitèrent, ils n'arrivèrent pas au fond des vallées tout aussi bien que sur les cimes des montagnes granitiques, et qu'ils restèrent suspendus au dessus de ces vallées pour former là des voûtes au milieu de l'eau? Les stratifications en forme de jatte, que monsieur de P. nous dessinées (fig. 79) prouvent clairement que les précipitations minérales remplissent les vallées et ne forment pas des ponts ni des voûtes.

Le Comte C. Je prends la liberté d'objecter à De Luc que, si la matière bourbeuse avoit assez de consistence pour porter pendant un certain tems les granites qui se formoient à sa surface, elle devoit les porter toujours; car la masse précipitée se trouvoit originairement dans l'océan et ne pesoit pas moins alors qu'après. Il n'est pas douteux que, lorsqu'on fait cristalliser une matière dans un vase, le fond ne soit tout autant chargé avant qu'après la cristallisation.

Le jeune L. Quant à moi, ce que je trouve de plus imcompréhensible dans ce système, ce sont ces cartiers de roches, ces pierres lancées à des distances énormes au travers de l'eau, lors de l'écroulement des voûtes, par la force expansive des gaz. L'ean de l'océan d'alors n'avoit-elle pas d'inertie pour se laisser traverser ainsi par ces pierres? Et si elle en étoit douée, est-il une force dans la Nature qui eut pu produire cet effet, surtout sur les petites masses?

Mlle de L. Me permettez-vous, monsieur de P., de dire aussi un peu de mal du système de De Luc?

Mr. de P. Je suis trop accoutumé, madame, d'admirer tout ce que vous dites pour ne pas éprouver le plus grand plaisir à vous entendre.

Mde. de L. Il me semble pourtant que, lorsque vous m'avez ordonné le silence tout-à l'heure, vous aviez passablement oublié cette admiration pour tout ce que je dis.

Mr. de V. Vous voilà pris enfin, monsieur le Savant, pour oser aller sur mes brisées auprès de madame de L.

Mr. de P. Malheureusement; et le seul parti que je puisse prendre est de prier madame de L. de me pardonner mon offense.

Mde. de L. L'offense consiste non pas à avoir arrêté mon habil prématuré, mais à m'avoir dit une flatterie.

Mr. de P. Quelle que soit l'offense, madame, votre bon coeur me la pardonne sûrement et m'en accorde le gage. (Il lui baise la main). Ne pensaz-vous pas, monsieur de V., que la jouïssance de la récouciliation, accordée au repentir, compense très largement le désagrément de la brouillerie? Vous êtes trop bon Chrétien pour n'en pas être charmé.

Mr. de V. Assurément et un Chrétien de 72 ans, qui a eu tout le tems de se persuader de cette vérité.

Mde de L. Et à qui j'en fournis les occasions avec bien du plaisir. Mais si vous oubliez de Luc, messieurs, moi je n'oublie pas mon objection. Je rejette son système par ce que les filons s'y remplissent à la manière de Werner.

Mr. de P. En nomment Werner c'est me rap-

[redacted]

peller, madame, qu'il est tems de quitter de Luc pour vous offrir l'exposition du système de ce célèbre Minéralogiste.

Mr. de L. J'espère qu'il se soutiendra mieux contre les attaques de ces messieurs.

Mr. de R. Admirons l'ingénuité du Général, qui se donne l'air de n'avoir pas dit le mot contre celui de De Luc!

Mr. de P. Le système géologique de Werner est intimement lié à son système géognostique, où il décrit la structure des roches, leur gisement et leurs suites, et fournit par là un tableau de l'intérieur de l'écorce de notre globe, dont vous retrouvez les principaux traits dans l'extrait de Géognosie que j'ai eu l'honneur de vous livrer. Permettez moi d'y ajouter ce qui caractérise les idées de Werner, avant de vous offrir son système géologique.

L'idée principale, fondamentale, de ce célèbre Naturaliste est la division des roches en diverses formations selon leur âge rélatif; et son système géologique admet autant de périodes que de formations. Ainsi son système géognostique est basé sur son système géologiqne. *),

---

*) Humboldt a essaié de disculper Werner et son école à cet égard, en donnant un double sens au mot formation et prétendant que Werner n'entendoit par là qu'un assemblage de masses minérales tellement liées entre elles, qu'on les suppose formées à la même époque et qu'elles offrent les mêmes rapports généraux de gisement et de composition. Mais cette définition elle-même est géologique et non purement géognostique c. à. d. descriptive. En général, tant qu'on veut assigner l'âge rélatif des roches et des autres minéraux, tant qu'on divise l'assemblage des roches en primitives, intermédiaires, se-

Le Comte C. Ce qui me paroit un grand défaut.

Mr. de P. Qui au reste n'existe proprement que dans la forme, il préoccupe à la vérité l'élève et l'observateur et fait incliner premier à admettre plus facilement les idées géologiques dont il a été imbu, et celui-ci à faire ses observations géognostiques dans le sens du système géologique; ce qui peut mener à bien des erreurs. Mais malgré cela l'un et l'autre des systèmes pourroit être parfaitement vrai.

Werner divise le système des roches en cinq grandes classes, les r o c h e s p r i m i t i v e s (Urgebirg), l e s r o c h e s i n t e r m é d i a i r e s ou d e t r a n s i t i o n (Uebergangs-gebirg)- les r o c h e s s e c o n d a i r e s (Floetz-gebirg) l e s t e r r a i n s d e t r a n s p o r t (aufgeschwemmtes Gebirg) et les r o c h e s v o l c a n i q u e s. Cette dernière classe fait proprement un système à part qui engrenne dans l'autre.

Les roches primitives comprennent le *granite*, le *gneus*, le *schiste micacé*, le *Phyllade*, le *Porphyre*, le *calcaire cristallisé* y compris le *gypse* et des *roches amphiboliques.* (Trapps.)

Les roches intermédiaires comprennent la *traumate*, des *calcaires* moins grenus (y compris le gypse) et avec des fossiles pélagiques et des *amphibolites*,

---

condaires, on parle en Géologiste, on base la Géognosie sur la Géologie. Bref: on ne livre plus une description pure et simple de la Nature, telle qu'elle s'offre à nos regards, mais on y mêle l'hypothèse. Humboldt fait très bien de prescrire en 1822 à la Géognosie, une marche descriptive que je lui avois déja recommandée 1815; mais il a tort de vouloir nous persuader que c'étoit déja celle de l'école de Werner.

Les roches secondaires comprennent les *grès* et les *traumates*, les *calcaires*, nommés des Alpes et du Jura remplis de coquillages (y compris le gypse, la craie, la marne etc.) le *sel marin*, les *houilles* et le *basalte*.

Les terrains de transport comprennent ces débris informes de roches délitées, brisées, broyées, des *argiles*, des *sables*, des *tufs* etc. tels que je vous les ai décrits il y a quelques jours.

Enfin la classe des roches volcaniques ne contient dans le système de Werner qu'une petite partie des masses qui lui appartiennent, en ce qu'elle est presque circonscrite à ce qui porte le nom de laves.

Mr. de R. Mais voilà les mêmes espèces de roches qui reviennent dans plusieurs classes.

Mr. de P. C'est pourquoi on les distingue les unes des autres par le nom de la classe. Ainsi l'on dit; des amphibolites primitifs, secondaires; des calcaires primitifs, de transition, secondaires. Werner reconnoit même un granite secondaire qu'il nomme weisstein.

Telle est l'idée fondamentale du système géognostique de Werner, à quoi il faut ajouter la plus grande partie de ce que je vous ai dit sur la Géognosie, qui doit à ce grand Naturaliste son existence et ses progrès les plus rapides, non seulement à raison des découvertes innombrables dont il l'a enrichie, mais aussi à raison du zèle qu'il a su inspirer à ses élèves pour cette science. Werner est le Lavoisier de la Géognosie.

Mr. de R. Donnez nous donc vite, je vous prie, son système géologique. Nous sommes certainement tous empressés de le connoitre.

Mr. de P. Werner est dans ce système un Neptuniste absolu. Ainsi il part du théorème de De la Métherie et sépare toute la terre-ferme, les métaux y compris, de l'océan qui en contenoit les principes en état de solution, sans se soucier de ce que le noyau de la Terre peut être.

Mr. de L. Modestie très louable!

Mr. de P. Le premier précipité fut le granite. Sa forme cristallique, sa composition granuleuse et son gisement horizontal par tout où il n'a pas été bouleversé, tout atteste que le granite est un produit de l'eau. C'est la base de toutes les autres roches.

Après le granite suit le Gneus. La précipitation du granite a dû faire diminuer la masse de l'Océan et le Gneus n'a pu atteindre par cette raison la hauteur des sommets du granite. En outre la précipitation du granite avoit affoibli la force de cristallisation de l'océan, et voilà pourquoi le gneus n'a pas une texture massive, mais une texture schisteuse. La précipitation du gneus diminua, comme celle du granite, la masse de l'océan; ce qui est cause que les têtes des couches inclinées du gneus diminuent de hauteur à mesure qu'elles s'éloignent du granite.

Le schiste micacé s'établit ensuite sur le gneus, mais toujours à un niveau de plus en plus surbaissé, par ce que l'océan continuoit à baisser de niveau.

Vient à présent le phyllade, qui ne contient plus de feldspath et qui se range avec la diabase au pied des montagnes. Parmi les couches de schistes, surtout entre celles du phyllade, se trouvent les calcaires et les porphyres primitifs.

[redacted]

Mr. de R. Comment s'y sont-ils nichés?

Mr. de P. Patience, mon cher! Après la formation du phyllade l'océan remonta à la demi-hauteur des sommets granitiques.

Mr. de R. Mais comment?

Mr. de P. Patience, mon cher. C'est alors que se déposèrent les porphyres et les syénites primitifs en masses isolées, arrondies ou allongées, couvrant en gisement différent les têtes des couches schisteuses. Ces masses contiennent des débris des roches précédemment formées, détachés par la révolution violente qui fit remonter l'océan.

Mr. de C. Mais quelle révolution étoit-ce?

Mr. de P. Patience, mon cher ami. L'océan retombe ensuite aussi précipitamment qu'il s'étoit élevé tout à l'heure, et cela jusqu'au pied du phyllade. Il dévaste en route les roches déja construites, dont les débris, joints aux produits de la précipitation chimique qui n'avoit pas cessé, formèrent les roches intermédiaires ou de transition, qui sont composées de phyllade et de traumate avec des couches de calcaires compactes et quelques restes des plus anciens zoophytes et corallites. Les roches intermédiaires ont un gisement différent sur le phyllade primitif.

A ces deux grandes formations, la primitive et l'intermédiaire, succéda un période de repos, sans formation nouvelle ni dévastation. C'est alors que les plantes et les animaux eurent le tems de naitre et de s'acroite sur les continents et dans la mer.

Vient à présent le troisième grand période, celui

où les roches secondaires (Flötzgebirg) se formèrent. L'océan rémonta et .....

Mr. de L. Qui diable l'a fait remonter?

Mr. de P. Patience, mon Général.

Mr. de L. Nous crévons tous d'impatience d'apprendre comment l'océan s'élève et s'abaisse pour faire et défaire tous ces rochers et vous nous dites toujours: patience.

Mr. de P. Un Professeur sur sa cathèdre a droit de parler seul quand il veut. Ainsi: patience, Général! La mer remonta donc, produisit de nouveaux dépots et dévasta en même tems la superficie de tout ce qu'elle avoit déja construit, les plantes, les animaux, les roches, et enfouït tout cela l'un dans l'autre. Ses mouvemens furent de la plus grande violence. Elle roula ces matériaux à des distances énormes, les broya souvent dans des tournoiements de très longue durée, au point de changer une partie de ces débris en sable et même en pâte, mélangée de morceaux de toute grosseur. De là viennent les grès, les poudingues, les sables, les calcaires remplis de coquillages, les houilles, les pétrifications, les marnes à empreintes de poissons et la sauce qui contenoit les métaux, enfin les terrains de transport, débris purs et sans mélange de nouveaux dépots.

Après tous ces ravages l'océan se retira, laissant le produit de sa création et de ses fureurs à sec.

Mr. de R. Ainsi nous voilà arrivés à la fin de ces formations.

s'attacher ses auditeurs, qui sans cela se fussent tournés vers Buffon ou De Luc. Il a complettement atteint son but et l'on a vu les écoles werneriennes, géologiques aussi bien que géognostiques, naitre en Allemagne, en France, en Ecosse, même en Espagne. L'Europe et l'Amérique lui envoyoient des disciples. Et nous devons une espèce de reconnoissance à ce grand maitre en Géognosie de nous avoir si mal régalé de Géologie, ne pouvant faire mieux; car il a le mérite d'avoir fait le moins de tort que possible à cette dernière science.

Mde. de L. N'y a-t-il pas un peu de malice et un peu d'imagination à ce que vous nous dites là.

Mr. de P. Un peu d'hypothèse, j'en conviens; car Werner ne nous a rien dit de cela et ne nous en pouvoit rien dire. Mais sûrement point de malice; car je ne puis expliquer l'existence de ce système que de cette manière.

Mr. de L. Je me rends presque à votre opinion. Mais pourquoi nous étalez-vous ce système?

Mr. de P. Ne tentez pas, Général, d'être le seul philosophe qui ne veuille pas s'occuper de riens. Le système géologique de Werner a été très célèbre de son tems et a encore aujourd'hui bien des partisans.

Mr. de L. Au nombre des quels je ne me range pas.

Mr. de P. En quoi je ne vous gênerai nullement.

Mr. de T. Sont-ce là tous les systèmes que la songe a à produire? Si cela est, j'avoue que nous n'avons pas encore de Géologie.

[redacted]

Mr. de V. Je me souviens que lorsque quelques uns de nous promirent de s'égaier aux dépends des Géologistes, monsieur de P. me dit à l'oreille qu'il tremperoit un peu le vin de ces messieurs. Voici peut-être le moment de tenir parole.

Mr. de L. Et moi je me souviens qu'il nous a promis de nous fournir plusieurs traits de lumière qui jetteront du jour dans la profonde obscurité qui entoure la formation de l'écorce de notre globe. Monsieur de P., nous vous prenons au mot.

Mr. de P. Je n'ai pas besoin de cet appel nominal. Ma vanité m'invite à vous satisfaire; car c'est à présent le tour de mon système.

Mr. de R. Ainsi vous êtes Géologiste?

Mr. de P. (*souriant.*) Et très fort; et je vais mettre vos oreilles en requisition pour m'écouter, votre patience pour me suivre et vos poumons pour me contredire. — Mais ce sera pour demain; la soirée est déja avancée et je veux vous laisser le tems d'aiguiser vos armes.

Mde. de L. Jamais vous ne vous êtes montré si guerrier dans nos entretiens.

Mr. de P. Aussi vais-je combattre pour mes enfans chéris, comme le Grec pour ses pénates.

[redacted]

Cent onzième entretien.

Mde. *de L.* Avez-vous encore, mon cher monsieur de P., votre attitude guerrière.

Mr. de P. Non, madame; ce n'étoit qu'une plaisanterie. La vraie science est un sanctuaire où, bien que toutes les opinions et toutes les objections y soient permises, il doit règner la paix, la tolérance et par dessus tout l'amour de la vérité, où le savant regarde le savant comme son ami, où l'on admire le génie, où l'on révère la mémoire des prédécesseurs, où l'on n'oublie jamais que, si l'on découvre une nouvelle partie du domaine de la Science, ce n'est qu'en montant sur les sommets qui ont été élevés avant nous et comme pour nous. Ainsi, si je pense avoir ouvert un champ nouveau à la Géologie, je sais que le terrain a été défriché avant moi; si je relève les erreurs de mes prédécesseurs, je n'ignore pas que, malgré moi, j'en transmets d'autres à la postérité avec la lumière que je crois répandre.

Mde. de L. Je suis charmée de ces intentions pacifiques.

Mr. de P. Et moi, madame, d'être honoré de vo-

[redacted]

tre suffrage qui m'est infiniment cher. Avant d'entrer en matière, jettons un coup-d'oeil géuéral et rapide sur notre globe entier sous la plûpart de ses rapports, coup-d'oeil qui fixera le seus dans lequel nous devons traiter la Géologie. Par tout nous trouvons l'empreinte de l'irrégularité, du défaut de symmétrie. La surface de notre globe n'est point un jardin de Versailles, dont l'ordonnance a été tracée par la règle et le compas d'un Le Nôtre; c'est au contraire un parc immense, où la liberté seule semble avoir guidé la main de son sublime auteur.

Sa figure n'est décidément point sphérique et vraisemblablement pas elliptique. La pesanteur spécifique du noyau est double de celle de l'écorce. L'océan et les continents se sont partagés sa surface inégalement en tout sens et avec la plus grande irrégularité, comme si ce partage fût le fruit d'une guerre longue et inégale, où tantôt l'un, tantôt l'autre empiétoit sur le domaine de son rival et avoit reperdu en suite une partie de sa conquète. Les chaines de montagnes et les monts isolés sont distribués avec un caprice qui rend ridicules les tentatives qu'on a faites pour y trouver de la symmétrie. L'axe de la Terre paroit avoir été incliné à dessein sur son orbite pour produire la plus grande inégalité des climats et la variété des saisons. L'atmosphère, assez constante à la vérité dans ses principes constituants, offre par contre dans la suite de ses phénomènes une mobilité, qui est devenue proverbe et fait le désespoir du Météorologiste encore plus que du Physicien. Les phénomènes magnétiques, qui embrassent la circonférence entière du globe, varient d'inten-

[illegible] et de direction sur chaque point de ce globe et dans chaque seconde de nos observations.

Tel est le tableau mouvant que la Nature physique nous offre à son extérieur. Pénétrons dans son intérieur et nous la retrouverons presque aussi fidèle à son principe de liberté. Le Géognoste, frappé de retrouver quelquefois la même suite de roches et un gisement semblable dans des contrées éloignées, en Amérique et au Caucase, en Lapponie et aux Indes, a cru voir dans cette uniformité partielle une symmétrie générale dans l'ordonnance des roches. Mais si l'on considère le nombre d'exceptions, beaucoup plus grand que celui des faits qui parlent pour la règle, si l'on songe aux variétés presque infinies des élémens des pierres et des roches dont le nom remplit déja aujourd'hui un dictionnaire qui augmente de jour en jour, si l'on se rappelle la diversité de texture et de structure, les variétés de gisement et de forme, les différences d'épaisseur et d'étendue des couches et la distribution si inégale des roches de diverses espèces, si enfin l'on ajoute à tout cela les lits et les filons, ces matrices où la Nature a recélé les métaux si précieux à l'homme, soit entre les couches de roches, soit dans des crévasses qui traversent indistinctement toutes les couches; alors on est forcé d'avouer que la symmétrie n'a pas présidé à la formation de l'écorce de notre globe.

Mais des lois, les lois éternelles, immuables de la Nature y ont présidé, et il est bien certain que si elles étoient uniquement du ressort de la Chimie, ou du ressort de la Physique, ou de celui de la Mécanique,

elles eussent produit un tout régulier, un sphéroïde uni et lisse, composé de couches parallèles et sans inclinaison. Mais ces lois sont puisées dans la Chimie, dans la Physique et dans la Mécanique à la fois. Tandis que l'affinité formoit la texture des pierres, et l'attraction de surface la structure des roches, les forces mécaniques vinrent interrompre l'ouvrage, dévaster les productions déja terminées et offrir un nouvel ordre de choses, une autre combinaison d'élémens à la Physique et à la Chimie. Voyez les premières roches déposées sur le noyau du globe. Elles paroissent réellement être le produit d'une cristallisation non troublée. Mais dès qu'on arrive à ce que les Géognostes d'aujourd'hui nomment roches intermédiaires, vous y trouvez déja des débris de minéraux, même des débris organiques et une variété de texture et de structure qui n'existoit pas auparavant; vous y découvrez des combinaisons d'élémens, des pierres et des roches entières qui n'ont rien de commun avec tout ce qui a précédé. Plus elles nous offrent de débris de formations antérieures, plus nous voyons le cahos des roches secondaires s'embrouiller et porter l'empreinte d'un grand procès chimique troublé plus ou moins, tantôt ici, tantôt là, par la Mécanique.

Mais gardons nous de consigner ces bouleversements à des époques fixes et générales, le défaut des Géologies précédentes. Si cela avoit eu lieu, si l'histoire de la création de la croute de notre globe se partageoit en périodes distincts, tracés par des époques dues à des causes générales, nous aurions bien plus de régularité dans l'ordonnance des couches et dans

l'arrangement des montagnes; nous trouverions les mêmes roches à la même hauteur au dessus du niveau de la mer et les mêmes suites par tout, et même l'océan couvriroit-il encore les continents qu'il a produits. L'inégalité de partage des forces selon les lieux et les tems, voilà le premier secret géologique ou plutôt le premier rayon de lumière dans cet ensemble de secrets. Eloignons donc de nos considérations et le compas pour les lieux et l'horloge pour les tems et travaillons avec la même liberté que nous observons dans l'ouvrage du Créateur.

Mde. de L. Cette idée est hardie et elle me plait. Mais ne risquez-vous pas de vous perdre dans les régions de la seule imagination et de nous faire un roman au lieu d'une histoire, de nous donner un rêve au lieu d'une théorie?

Mr. de P. Je ne le crains pas; car si je renonce au compas et à l'Horloge, je me saisis de la balance pour les forces et les masses. Pour cet effet je fais ce qu'aucun Géologiste n'a tenté de faire auparavant; je me propose de construire une épaisseur donnée de la croûte du globe, pour pouvoir toujours ajuster, au moins à peu près, les forces dont j'aurai besoin aux masses dont je dispose, et ne jamais dépasser les bornes de la probabilité.

Buffon et De Luc ayant échoué dans leur projet de traiter en Physiciens le grand problème qu'ils s'étoient proposés, on a cru faire l'histoire de la Terre dans des systèmes qui ne sont qu'un *fac-simile* des archives de la Nature consignées dans les roches dont nous voyons

la superficie et quelques éclats. Mais pour écrire une histoire il faut lire et comprendre les documens qui lui servent de base; il faut entendre la langue des siècles passés; et ici cette langue est la Physique, la Chimie et la Mécanique. Ainsi, loin de ne vouloir que voir, nous puiserons nos explications dans ces trois sciences et mettrons en requisition tout ce qu'elles nous offrent de connoissances.

Mr. de R. Et quand la Science et les faits nous abandonneront.....

Mr. de P. Alors nous conviendrons de notre impuissance ou bien nous lâcherons la bride à notre imagination, nous nous abandonnerons à son élan, nous ferons un roman pour en rire nous-mêmes. Mais sur tout ne nous rangeons pas dans la classe de ces Grossistes, qui, sans se soucier des détails souvent aussi importants que les faits généraux, traitent le sujet en masse, mettent en quelque sorte tout dans un sac qu'ils jettent à la mer. Nous entrerons dans les détails qui ont un caractère particulier et emploierons tous nos soins à les expliquer, persuadé, comme je le suis par l'expérience, que ces explications jettent beaucoup de jour sur l'ensemble. Je dis des détails marqués d'un caractère particulier; car tous les détails ne sont pas du ressort de la Géologie, surtout aujourd'hui que la Géognosie nous doit encore tant de données. Il seroit par ex: ridicule de vouloir dire pourquoi dans certain pays les porphyres terminent la suite des roches et dans un autre le phyllade ou les calcaires; pourquoi à certain point du globe règne telle suite de couches et sur d'au-

tres points une autre suite. De même que la saine Météorologie n'a pas pour but de nous apprendre pourquoi à tel jour et à tel lieu il tombe de la pluie ou de la neige et pourquoi à tel autre un ouragan ravage la contrée, mais de nous instruire généralement des causes du mécanisme qui produisent ces phénomènes; de même la Géologie n'a pas pour but de nous dire pourquoi, lors de la formations de l'écorce de notre globe, il a plu dans l'enveloppe liquide du même globe ici et à tel tems du phyllade ou des amphibolites et pourquoi ailleurs un mouvement violent de l'océan a ravagé les formations déja existantes, mais de nous expliquer par les lois de la Nature comment tout cela a pu se faire. Les détails doivent viser au générique, non à l'individual et au local.

Le Comte C. J'avoue que je ne m'étois jamais formé une idée pareille de la Géologie et de ses problèmes. L'aperçu que vous venez de nous donner éclaircit mes idées là-dessus.

Mr. de P. Essaions d'abord d'énoncer les principaux de ces problèmes, pour fixer en détail le domaine de notre Science. La Géologie doit indiquer

1) Les causes de la précipitation générale qui a produit les continents et la manière dont elles ont agi, et comment il s'est formé une succession de couches différentes les unes des autres, du genre de celles que l'observation nous offre.

2) Les causes des textures particulières des pierres et des structures des roches.

3) Pourquoi certaines roches sont liées entre elles

[redacted]

par des passages imperceptibles et d'autres séparées par des fissures de superposition; et comment il se fait que des strates, étrangers à une suite sans être cependant des lits, se trouvent placés entre des couches dont ils interrompent la suite, tels que les calcaires entre les schistes primitifs.

4) Les causes des différences spécifiques entre les strates de calcaires quant à la cristallisation et la compactilité,

5) Le mécanisme qui a produit les gypses et les craies,

6) Les causes de la formation du sable quarzeux.

7) Celles de la formation des conglomerats, tels que les grès, les poudingues etc.

8) Les causes des fentes nombreuses que l'on a observées dans les roches de toute espèce.

9) Le mécanisme de la formation des basaltes, de leur structure et de leur gisement.

10) Le mécanisme qui a formé les lits absolument étrangers aux suites où ils se trouvent intercalés.

11) Le mécanisme qui a formé les filons et celui à qui l'on doit les grandes crévasses et les cavernes qu'on trouve surtout dans les calcaires et souvent dans les grès.

12) Les causes qui ont produit les gangues qui remplissent les filons.

13) Le mécanisme qui a rempli les filons de différentes matières, donné spécialement à la gangue et aux métaux la forme régulière qu'ils ont, et causé les exceptions à cette forme régulière,

14) Les causes qui ont produit les géodes et toutes les particularités de leur configuration.

15) La formation du sel gemme.

16) La formation de la pierre à fusil au milieu de la craie.

17) Les causes chimiques et mécaniques qui ont formé les houilles et tout ce qui appartient à cette classe.

18) La manière dont les pétrifications ont pu se former.

19) Comment il se trouve des animaux fossiles dans des climats aujourd'hui inhabitables aux races analogues, et pourquoi les races anciennes diffèrent, surtout en grosseur, des races analogues vivantes.

20) Les causes de la salure de la mer, déduites des principes de la précipitation générale.

21) Enfin le système géologique doit construire mécaniquement les révolutions qui ont bouleversé les continents déja formés et causé la formation de nouvelles roches; il doit expliquer comment ces révolutions, jointes à l'acte général de la précipitation, ont produit non seulement des roches de nouvelle composition, et des suites nouvelles, mais aussi les montagnes, les vallées et les plaines, et déterminé toutes les formes de gisement que nous connoissons.

Mr. de R. Quelle quantité de problèmes! A présent je suis bien persuadé, monsieur de P., que vous tremperez notre vin.

Mr. de V. Il est déja trempé, à ce que je pense.

Mde. de L. Au moins monsieur de P. paroit-il peu disposé à nous faire sauter à pieds joints par dessus les difficultés.

Mr. de P. Pour les applanir autant que possible nous partagerons notre tâche en trois grands chapitres.

Dans le premier nous chercherons les agens qui ont produit les précipitations dont nos continents ont été le fruit; nous désignerons les lois qui ont présidé à ces formations, d'où sont nées les couches variées des grandes roches avec leurs structure.

Dans le second nous considérerons les révolutions et observerons leurs effets sur les masses déja formées, les bouleversemens, les déchirures, les destructions qu'elles ont causées et les gisemens qu'elles ont occasionnés.

Dans le troisième enfin nous combinerons les effets de la précipitation chimique avec ceux des opérations mécaniques et verrons naitre sous nos pas plusieurs nouvelles espèces de roches et les filons avec les matières qu'ils contiennent.

Mr. de L. Cette division me plait et j'espère qu'elle nous éclairera dans ce cahos.

Mr. de P. Commencons donc par le

PREMIER CHAPITRE.

Nous admettons, d'après les preuves nombreuses que nous en avons eues, qu'un océan couvroit autrefois le noyau du globe et qu'il contenoit en dissolution chimique les principes dont l'écorce a été formée. Con-

sidérons d'abord à quels mouvemens cet océan et les parties qui s'en précipitèrent ont pu être assujettis, pour apprécier ce que nous pouvons attendre de ces mouvemens.

Nous connoissons à l'océan d'aujourd'hui trois espèces de mouvement, les marées, les courans et les tempêtes. Quant aux marées vous concevez que, n'élèvant l'eau qu'à quelques pouces de hauteur et les effets plus considérables qu'elles produisent étant occasionnés par les côtes et les bas fonds qui n'existoient point alors, les effets de ce mouvement presque insensible en pleine mer ne doivent être qu'infiniment petits et sont parconséquent à négliger dans le grand procès que nous allons examiner. Il en est de même des courants, qui primitivement ont leur source dans la différence de climats et ne témoignent d'énergie qu'en vertu des bas-fonds et des côtes. Enfin les tempêtes n'ont d'effet qu'à la surface de l'eau; et l'on peut assurer avec vraisemblance qu'à 300 pieds au dessous de cette surface la mer n'est pas sensiblement émue par le plus violent ouragan. Or que sont 300 pieds comparés à la masse de l'océan d'alors? De plus: on peut dire également que les vents violents doivent leur existence à la différence entre les mers et les continens, le soleil agissant très différemment sur ces deux portions de la surface de notre globe. Or à l'époque dont nous parlons cet effet n'existoit pas.

Mr. de G. Voilà une époque que vous admettez, contre vos propres principes!

Mr. de P. C'est par manière de parler; et vous

me permettrez, j'espère, de me servir d'un mot pour désigner le tems où commence notre ouvrage.

Le jeune de L. Ainsi l'océan d'alors étoit très tranquille. Cela ne n'accommode guères; je préfèrerois y voir bien du mouvement.

Mr. de P. (souriant.) J'en suis fâché; mais il est trop tard pour y rien changer.

Le jeune de L. Mais la rotation de la Terre? N'auroit-elle pas eu quelque influence mécanique?

Mr. de P. Non sur la tranquillité de l'océan; car vous admettez, j'espère, que l'océan d'alors participoit au mouvement diurne comme celui d'aujourd'hui; et vous ne voudrez pas, pour le plaisir de causer un courant de l'est à l'ouest, qui eut déblayé toutes les montagnes qui se formoient, supposer que l'eau d'alors n'étoit pas susceptible de mouvement et d'inertie. Pour vous consoler je puis au reste vous dire que la rotation a dû avoir un petit effet sur les dépots de l'océan alors qu'ils se formoient. Car supposons que l'enveloppe liquide d'alors ait eu une profondeur de 10000 toises, il est clair que les particules précipitées de la surface avoient une plus grande vitesse que la surface du noyau, et le calcul nous dit que par cette raison ces particules devoient arriver sur le noyau à environ 114 toises à l'est de leur verticale — si la résistance que le milieu opposoit à ce mouvement latéral n'en avoit pas anéanti la majeure partie.

Mais comme nous venons de nommer le noyau de la Terre, forgeons une hypothèse sur la figure de ce

surface. Voulez-vous qu'elle soit unie et lisse, comme faite au tour? Ou bien voulez-vous qu'elle ait des bosses et des creux? La seconde hypothèse pourroit être importante pour la formation des montagnes.

Le jeune de L. Vous voulez, à ce que je vois, m'induire à vous accorder des montagnes et des vallées primordiales, pour n'avoir qu'à mouler sur elles nos montagnes d'aujourd'hui. Je n'ai pas cette générosité là. Mais je ne voudrois pas non plus vous livrer une boule bien ronde, par ce qu'il ne semble qu'il vous pourroit être plus facile d'y broder vos montagnes.

Mr. de P. Que voulez-vous donc? — Mais je vais vous tirer moi-même d'affaire. Vous voulez un système qui ne se soucie d'avoir ni un canevas déja brodé, ni un canevas encore neuf, un système qui s'accommode de l'un et l'autre. Et c'est ce que je ferai.

Considérons à présent les élémens terrestres qui se trouvoient en dissolution dans l'océan. Ce ne peuvent être que ceux qui forment les terrains de l'écorce du globe. Ainsi, mettant à part les parcelles de substances qui ne se trouvent qu'en très petite quantité, nous aurons à faire à la silice, l'alumine, la terre calcaire, l'oxide de fer, la potasse et la soude. Mais ce qui est bien remarquable, c'est que la silice surpasse en quantité toutes les autres substances de beaucoup. Dans le quarz elle fait $\frac{49}{50}$ du tout, dans le feldspath plus de $\frac{2}{3}$, dans le mica même près de la moitié et dans les autres pierres en terme moyen environ $\frac{9}{25}$. Dans le granite, comme composé de quarz, de feldspath et de mica, la silice fait à peu près $\frac{4}{5}$ du tout; et en supposant que les

masses granitiques ne fassent qu'autant que les autres masses ensemble (ce qui est le moins que nos connoissances géognostiques nous indiquent) la silice équivaut à $\frac{16}{25}$ de toute la masse de l'écorce de notre globe, dont les autres $\frac{9}{25}$ sont partagés de sorte que l'alumine et l'oxide de fer dominent considérablement à peu près en proportions égales dans les roches composées. Comme la pierre calcaire, outre qu'elle entre en petits proportions dans la composition de toutes les roches excepté les granites, forme à elle seule des couches considérables, on peut admettre que la chaux se rapproche, en fait de quantité, de l'alumine et des oxides.

La faculté de se cristalliser est une propriété bien essentielle que nous avons à considérer. Si l'on regarde, comme je crois que cela doit être, comme la cristallisation la plus parfaite celle qui produit des cristaux massifs et durs, et comme la moins parfaite celle qui ne produit que des cristaux tendres ou feuilletés, nous dirons que la silice a une faculté de cristallisation très émirente et la chaux une moindre, l'une et l'autre formant des cristaux massifs, mais celle-ci des cristaux de peu de dureté. L'alumine ne se cristallise point par précipitation, à moins qu'on n'y ajoute de la potasse et de l'acide carbonique. Quelques pierres précieuses, telles que le saphir, qui paroissent n'être composées que d'alumine, ne font pas exception; nous en parlerons à la suite; à présent il n'est question que des grandes masses. Les oxides de fer ne sont susceptibles d'aucune cristallisation par précipitation. Nous savons seulement que le fer, au moment où il s'oxide par l'oxigène de l'eau à la chaleur rouge, devient deu-

toxide de fer en paillettes rhomboïdales. Aussi voyons-nous dans les minéraux en grandes masses que la silice perd de sa vertu cristalline lorsqu'elle s'allie à des portions considérables d'alumine ou d'oxides. Le feld-spath est moins dur que le quarz; le mica offre une cristallisation feuilletée et tendre, et si l'amphibole offre des cristaux massifs, c'est qu'il entre dans sa composition une portion notable de chaux. La potasse paroît se mêler moins intimement aux autres substances et contribuer à la formation des cristaux feuilletés.

Mais comment se font ces cristallisations?

Mr. de L. Voilà le grand secret que ma femme veut absolument connoître avant de quitter ce bas monde.

Mde. de L. Je ne le désavoue pas.

Mr. de P. Je serois bien charmé, madame, de satisfaire ce noble désir, comme de faire tout ce qui peut vous plaire. Mais vous savez que je ne le puis et il ne s'agit ici que des agens qui produisent les cristaux par précipitation; et ces agens sont dans tous les procès de l'art les acides *). La Nature elle-même n'en agit pas autrement avec la chaux, la baryte et la strontiane et nous avons vu qu'elle ne cristallise de cette manière ni l'alumine ni l'oxide de fer purs. La silice seule semble faire exception, la silice que nous savons n'être soluble que dans l'acide fluorique et qui

*) C'est en vain que l'on croit faire des cristaux de soude ou de potasse absolument sans acide carbonique. Je me suis bien persuadé du contraire.

[redacted]

nous fournit les plus beaux cristaux, sans qu'on puisse découvrir un acide quelconque dans leur composition. Pouvons-nous supposer que la Nature ait fait cette seule exception à la règle, et n'est-il pas plus vraisemblable que la silice, telle que nous la trouvons dans le quarz ou le cristal de roche, est déja un sel composé d'un alkali et d'un acide, que nos réagens ne peuvent séparer?

Le Comte C. Cette idée est neuve pour moi; mais il me semble qu'on peut l'appuier sur une considération bien naturelle. Nous ne décomposons deux substances combinées que par une troisième, qui a plus d'affinité à l'une d'elles que l'autre. Or il faut bien admettre que dans la suite des substances, qui ont de l'affinité pour une substance que je nommerai A, il y en ait une, X, qui surpasse toutes les autres, et que par-conséquent la combinaison de A et X doive nous paroitre une substance simple.

Mr. de P. Je vous suis obligé, en mon nom et au nom de la Géologie, pour cette protection que vous accordez à mon hypothèse. Car que ferons-nous tous d'une substance minérale, insoluble dans toutes les substances, excepté dans une seule (l'acide fluorique) que nous ne retrouvons dans toute la nature qu'en si petite quantité qu'on ne pourroit pas en tirer lamillionème partie de la silice que nous savons exister?

Le Comte C. Et cet acide ne se trouve, à ce que je crois, que combiné avec la silice même.

Mr. de P. Nous avons encore le fluate de chaux mais en très petite quantité. Ces raisons m'ont fait sup-

poser qu'il exista primordialement un alkali, que je nommerai *silice pure*, tel que la baryte ou la chaux, qu'un acide X quelconque a porté à l'état de sel insoluble, qui est la silice ordinaire et que le fluate de silice est un sur-sel. Pour ne pas fabriquer un nouveau nom je supposerai que cet acide X est l'acide fluorique.

Le Comte C. Mais il me vient une objection. Je crois me ressouvenir que nous ne sommes pas en état de produire aucune des espèces de cristaux que la Nature nous offre si souvent dans nos roches et que par ex: l'acide carbonique, mêlé à une solution de chaux dans de l'eau, ne cristallise pas la chaux, mais la précipite en petites masses informes.

Mr. de P. Cela paroissoit vrai jusqu'à il y environ 9 ans que je publiai ma Géologie, où je décris les expériences que j'ai faites précédement sur la cristallisation de la chaux et de la baryte par l'acide carbonique et au moyen de notre instrument chimique dont j'ai donné la description dans un de nos premiers entretiens. J'ai obtenu des cristaux de carbonate de chaux massifs, très petits à la vérité, les plus grands n'ayant qu'environ $\frac{1}{10}$ de ligne. Le microscope y a découvert, les faces, les angles et les arêtes, toute la figure du rhomboëdre, et celle de parallélipède quadrangulaire de plusieurs lignes de longueur, taillé de biais à ses extrémités dans ceux de baryte. Le résultat de ces expériences m'a appris que pour former ces cristaux il faut qu'il règne une tranquillité absolue dans les liquides et que les substances qui doivent se combiner s'approcheut les unes des autres au minimum de quantité, deux conditions que mon appareil remplit parfaitement.

Mr. de L. Tranquillité que vous nous avez, en dépit de mon fils, forcé de reconnoitre dans votre océan.

Mr. de P. Cet instrument m'a appris en outre que ces cristaux ne se coagulent qu'à la surface intérieure du vase ou d'un autre corps solide qu'on y plonge, jamais au milieu du liquide, comme cela a lieu pour bien d'autres cristallisations. La Nature nous offre cette apposition des cristaux sur les matières solides dans tout le règne minéral et surtout dans la structure des géodes. Ainsi l'Art, imitant ici la Nature, nous apprend comment la Nature a agi; et si mes cristaux ne sont qu'extrêmement petits, comparés aux cristaux naturels, n'oublions pas que je n'ai dans mes appareils que quelques onces de fluide à ma disposition, tandis que la Nature avoit toute la hauteur de l'océan d'alors pour atelier; et cette hauteur est en ceci très importante, puisque l'observation des Géognostes (que j'ai répétée moi-même dans le Fichtelberg) nous apprend que les couches inférieures du granite sont composées de très gros grains, qui diminuent de grosseur à mesure qu'on s'élève et deviennent presque insensibles dans les roches des sommets les plus élevés.

Mr. de R. Vous ne nous parlez, monsieur de P., que des cristallisations. Mais l'écorce de notre globe contient bien des masses non cristallisées. Comment bâtirons-nous celles-ci?

Mr. de P. Je ne les oublierai pas; mais nous n'en sommes pas encore à la bâtisse. Nous rassemblons les matériaux et avons commencé de droit par les pierres de taille.

Nous devons distinguer très soigneusement les masses cristallines des masses informes. Nous devons celles-là à la silice pure et à la chaux, tant soit peu à la potasse et à la soude. Celles-ci. nous les devons à l'alumine et aux oxides métalliques et comme le tout doit avoir été en solution dans l'océan d'alors, il s'agit de trouver d'abord qu'elles substances ont produit cette solution.

Quant à la silice pure et la chaux, je ne puis leur assigner d'autre dissolvant que l'eau, puis qu'elles ont été précipitées par des acides. Quant à l'alumine et aux oxides, qui sont insolubles dans l'eau, leur dissolvant a dû être la potasse et la soude.

Le Comte C. Ces alkalis dissolvent l'alumine; mais j'ignore s'ils dissolvent les oxides.

Mr. de P. Ils dissolvent l'alumine et les oxides, sur tout ceux de fer, mais seulement à l'aide de l'acide carbonique, dont ils sont de règle affectés. Ainsi nous devons admettre que la potasse et la soude contenoient de l'acide carbonique, à moins que nous ne veuillons admettre que la grande pression des couches de l'océan les unes sur les autres n'ait augmenté l'affinité des alkalis pour l'alumine et les oxides; idée qui n'est pas sans vraisemblance, et qui sera décidée dans quelques années.

Mr. de L. Ainsi votre océan de jadis étoit une masse limpide et claire et dans un repos presque parfait. Je me l'étois représenté comme un cahos, comme une espèce de boue très délayée, qui a déposé successivement les particules qui flottoient dans sa masse.

Mr. de G. J'avois la même idée.

[redacted]

Mr. de R. Moi de même.

Mr. de P. Vous aviez tort, messieurs; car alors c'eut été la pesanteur spécifique qui eut logé les minéraux les uns sur les autres. Mais nous voyons le contraire; le phyllade (plus pesant que le granite) est gisé sur celni-ci; plusieurs calcaires (plus légers que les porphyres) se trouvent placés sous ceux-ci; et les basaltes (les plus pesantes de toutes les roches) couvrent toutes les autres, Cette observation prouve que c'est l'affinité, cette propriété de la matière qui se joue de la pesanteur, qui seule a produit la suite des minéraux, tant qu'elle n'a pas été troublée par des mouvemens mécaniques.

Voilà donc notre océan construit quant aux grandes masses, et comme la Nature n'a rien fait de trop, nous devons présumer qu'il n'existoit de dissolvant dans cet océan que ce qu'il en falloit pour produire les solutions et que par conséquent le tout se trouvoit dans l'état de saturation réciproque.

Mde. de L. Ainsi vous allez commencer l'édifice.

Mr. de P. Pardon, madame, nous n'en sommes pas encore là; il nous faut encore des matériaux. Car que ferons-nous de ce cahos chimique, où tout est en solution? Rien ne se feroit s'il n'existoit encore des agens qui forcent les précipitations, et qui entrent eux-mêmes dans la composition des roches. — Mais où trouver ces agens? L'océan ne pouvoit pas les contenir; car alors la besogne eut été faite, ou bien il faudroit faire geler cet océan pour brider les affinités et les forcer . . . . .

Mde. de L. Point de congélation et de dégel, monsieur de P. Je n'ai pas encore digéré De Luc.

Mr. de P. Mais ces réagens ne peuvent non plus avoir été sous l'eau à la surface du noyau de la Terre; car leur action eut cessé dès qu'il se fût formé une croute de granite de quelques toises d'épaisseur. Il ne nous reste donc plus (puisque madame de L. abhorre les congélations) que d'admettre que ces réagens se trouvoient dans l'atmosphère, ou plutôt qu'ils formoient l'atmosphère d'alors, dont le reste est notre atmosphère d'aujourd'hui.

Mr. de L. Vous empiétez sur l'hypothèse de La Place.

Mr. de P. Fort peu, et d'autant moins que la mienne est antérieure à la sienne. La Place forme les planètes entières de gaz concentrés; moi j'ai un noyau solide et de bonne grosseur, qui retient son atmosphère autour de lui. Au reste cette idée d'un très grand amas de fluide élastique autour des corps célestes qui voyagent autour de notre soleil, est aussi antique que le monde; les comêtes nous en offrent plus de deux cents exemples dans leurs queues ou barbes, dont l'étendue augmente ou diminue selon leur proximité variable à l'égard du soleil.

Ces atmosphères (dont la figure au reste est encore pour nous un mystère) contiennent vraisemblablement les principes qui augmentent petit à petit la masse du noyau; augmentation qui doit aller très lentement, par ce que, lorsque la comète s'approche du soleil, bien des principes, précipités par l'affinité à de plus grandes

distances, se trouvent alors de nouveau réduits en gaz ou vapeurs par la chaleur extrême à la quelle ils s'y trouvent exposés. La grande comète de 1811 n'est peut-être qu'un globe encore entièrement liquide et transparent, dans le quel les réagens de son atmosphère n'ont pas encore produit de dépots solides.

Mr. de L. Vous donnez tête baissée dans la cosmogonie; vous faites des mondes.

Mr. de P. Seulement en passant. Retournons à notre atmosphère terrestre de jadis, qui a dû contenir les réagens qui ont formé dans l'océan la croute de notre globe. Les Géologistes n'avoient pas songé à ce grand problème, sans la solution du quel toute Géologie ne peut être qu'un système vague et destitué de toute vraisemblance. Ils supposent pour la plûpart que les précipitations se sont faites d'elles-mêmes, sans songe aux causes. Ce problème est infiniment important, non seulement par ce que sa solution nous expliquera les combinaisons chimiques qui forment les roches; mais par ce que c'est elle surtout qui nous rendra compte de la suite des couches et de leur structure en tant qu'elle est le fruit de la précipitation non troublée. — Mais quels sont les réagens qui formoient alors la majeure partie de notre atmosphère?

Pour la silice pure nous avons déja admis l'acide fluorique, qui en fait la silice ordinaire.

Pour la chaux c'est l'acide carbonique; car toutes les grandes masses de calcaires (les gypses exceptés, dont nous indiquerons aussi la formation) sont des carbonates.

Pour l'alumine et les oxides ce sera l'acide muriateux hydrogéné, indiqué par les quantités immenses de cet acide, qui se trouvent dans le sel de la mer et dans les roches de sel, combiné avec la soude. Ces trois acides, formant la majeure partie de l'atmosphère, se trouvoient joints et mêlés par l'affinité physique.

Le Comte C. Ainsi vous placez l'eau et les alkalis comme dissolvants dans l'océan et les acides comme précipitans dans l'atmosphère. Ce partage me paroit naturel et devoir fournir des explications simples. Mais je désirerois savoir d'où viennent l'oxigène et l'azote de notre atmosphère d'aujourd'hui, puisque vous ne les avez nommés ni parmi les dissolvans ni parmi les réagens?

Mr. de P. Je ne sais guères que répondre à cette question. Probablement ces deux substances ne sont que le reste de ce qui en existoit avant le tems dont nous parlons, en bien plus grande quantité, et dont la majeure partie s'est combinée à d'autres substances, l'oxigène à l'hydrogène et à d'autres bases pour former l'eau, les acides et les substances animales et végétales, l'azote à des substances inconnues pour former peut-être les métaux des alkalis, le potassium et le sodium etc. et les substances animales. On pourroit demander encore comment se sont formés les alkalis et les acides. Ce qui nous forceroit de remonter à un tems antérieur, auquel cela a eu lieu: toutes opérations sur les quelles la Chimie d'aujourd'hui ne répand pas encore assez de jour. Mais permettez moi de vous observer que le Géologiste doit prendre l'histoire de la formation de l'écorce du globe terrestre au tems où

l'on peut supposer les agens chimiques faits et les masses qui composent la croute du globe dissoutes dans les dissolvans; il doit commencer son ouvrage là où commence sa Chimie, et pas auparavant, s'il ne veut pas nous donner des rêves pour des hypothèses. Quand nous saurons décomposer les acides muriateux et fluorique et composer les métaux, alors la Géologie pourra faire quelques pas de plus.

Mde. de L. Pour moi, je suis bien contente de ne commencer la création qu'au tems où vous voudrez.

Mr. de P. Votre indulgence, madame, ne se dément jamais; et je vais en profiter pour vous offrir quelques nombres quant aux masses que nous avons à manier. J'ai promis à mon aimable auditoire de me prescrire une certaine profondeur de la croute du globe que je veux construire, afin d'avoir une échelle au moins approximative pour la grandeur des masses et des forces. Permis au reste à d'autres Géologistes d'agrandir ou de rapétisser cette profondeur à leur gré. Nous avons appris dans la *Physique de la Terre* que la profondeur, à la quelle se trouvent les foyers volcaniques, doit être évaluée à au moins 6000 T. Or comme les volcans nous ammènent de là bas les mêmes espèces de substances qui composent la surface de la croute du globe, seulement modificées par l'action de la chaleur et de l'eau, nous devons supposer que cette croute s'étend au moins jusques là, et nous avons à former, construire et bâtir une enveloppe compacte du globe de 6000 Toises d'épaisseur. Mais comme l'atmosphère a livré les réagens et augmenté cette masse, il est clair que cette masse doit avoir été beaucoup plus

petite avant le grand procès de la précipitation. Nous pouvons admettre que la silice, l'alumine, les oxides, les alkalis et la chaux faisoient ensemble une couche de 4000T. de hauteur, d'après les proportions que nous avons admises pour les quantités de ces matières contenues dans les roches. Mais la hauteur de l'océan lui-même doit avoir été plus considérable à cause de l'eau nécessaire à ces solutions. Si nous connoissions la masse actuelle de l'océan visible et invisible, nous trouverions de combien cette hauteur de 4000 T. doit être augmentée pour avoir celle de l'océan d'alors. Ce qui est bien sûr, c'est que nous ne dépasserons pas les bornes de la vraisemblance en admettant que ce surcroit, équivaut au moins à 6000 T., et que l'océan, au tems dont nous parlons, avoit 10000 T. de profondeur.;

Mais il nous faut encore une donnée, la hauteur et le poids de l'atmosphère d'alors. Les acides qui se combinèrent à la suite avec les alkalis doivent être, d'après les données précédentes, censés égaux à une enveloppe du globe de 2000 T. de hauteur de la pesanteur spécifique des roches, qui doit être évaluée en terme moyen à $2\frac{6}{10}$ de celle de l'eau. Ainsi l'enveloppe élastique du globe d'alors équivaloit à une masse d'environs 5200 T. d'une densité moyenne égale à celle de l'eau, dont la pression égaloit 990 fois la pression de notre atmosphère d'aujourd'hui, et le calcul donne pour surcroit de hauteur à celle de l'atmosphère d'aujourd'hui environ 28500 T.

Si nous additionnons les 4000 T. de matière solide qui se trouvoit dans la mer, les 6000 T. d'eau qui les tenoient en solution et le poids de l'atmosphère équi-

[redacted]

valent à 5200 T. d'eau, la somme égale à 21600 T d'eau, exprimera la pression totale qui avoit lieu alors sur le fond de cet océan ou sur le noyau du globe, pression qui équivaut à environ 4000 pressions atmosphériques; ce qui fait 56000 ℔. sur chaque pouce carré de la surface du noyau de la Terre.

Mr. de R. Quelle énorme pression!

Mr. de P. Vous ne prendrez sûrement pas ces nombres ronds pour des résultats exactement justes; mais vous sentirez au moins qu'ils ne peuvent pas s'éloigner de beaucoup de la vérité, dans la supposition que nous avons à construire l'écorce solide de notre globe jusqu'à 6000 T. de profondeur.

Mr. de R. Aprésent que vous avez rassemblé tous les matériaux et que vous les avez rangés selon l'espèce, les quantités et les lieux, bâtissez.

Mr. de P. Modérez, mon cher, votre impatience jusqu'à demain. Il me semble que c'est bien assez d'avoir taillé la besogne et charié tous les matériaux dans une seule soirée.

CENT DOUZIÈME ENTRETIEN.

Mr. *de R.* Vous nous avez promis hier de construire aujourd'hui le grand édifice des roches de notre Terre. Je meurs d'impatience de voir ces masses comme naitre dans cet atelier immense que vous nous avez fait connoitre.

Mr. de P. Et vous voudriez vous hazarder d'entreprendre cette construction sans avoir pris des leçons d'Architecture?

Mde de L. Des leçons d'Architecture!

Mr. de P. Oui, madame, ne vous en déplaise. Mais ce sera, de l'Architecture chimique, et la leçon ne sera pas longue.

Mr. de L. Je parie que nous allons voir votre magicienne, *la marche des substances chimiques,* diriger tout l'ouvrage et commander du haut de son char aux élémens de se ranger d'après ses lois.

Mr. de P. Tout juste; c'est cette magicienne qui manquoit aux autres Géologistes et dont l'abscence a condamné leurs systèmes à une obscurité impénétrable.

[redacted]

J'observe d'abord que lorsqu'une portion de substances, dissoutes dans un liquide, a été combinée par la réaction d'un des agens atmosphériques, il se forme dans l'océan une couche neutre, qui peut contenir en solution ou ne pas contenir, le produit de la combinaison. Cette couche est un nouveau champ que les agens chimiques ont à parcourir pour se rencontrer et produire de nouvelles combinaisons; et vous concevez que cette couche, s'accroissant de moment en moment, peut obtenir une épaisseur énorme. En outre, si elle contient un sel en solution, ce sel sera une nouvelle substance chimique qui exécutera des marches de haut en bas et de bas en haut.

Mde. de L. Vous nous avez compté, si je ne me trompe, cinq à six substances dans l'océan et trois acides dans l'atmosphère, qui toutes exécuteront leurs marches; si les sels qui en résulteront voyagent aussi, qui pourra rien comprendre à cette tactique?

Mr. de L. Je m'attendois à cette Jérémiade de la part d'une voyageuse comme vous. Pour moi, je m'amuserai fort de ces marches et contre-marches. Elles donneront de la vie à cet océan flegmatique, à qui monsieur de P. n'accordoit d'abord aucun mouvement.

Mr. de P. Embrouillons la chose encore davantage. Nous aurons sûrement plusieurs procès chimiques simultanés et parconséquent plusieurs combinaisons et précipitations à la fois, et il arrivera que les précipités causés par un procès seront de nouvau dissouts par les réagens d'un autre ou par des sels qui viennent d'être composés, de sorte qu'il résultera des combi-

que la dilatation, en sorte que, ce procès ayant lieu également sur toute la surface de l'océan, ces couches plus légères ne pourroient s'élever; mais vous savez que pour conserver cet équilibre de couches légères sous des couches plus pesantes, il faut un repos absolu, qui n'a pas lieu ici, le vent d'est ayant dû règner dans l'atmosphère d'alors comme dans celle d'aujourd'hui, puisqu'il a sa cause dans l'action inégale des rayons solaires sur la surface du globe. Ainsi il se forme un déplacement des couches inférieures et supérieures; mais ce changement ne peut pas s'étendre à des hauteurs très considérables, les parties chauffées se réfroidissant en montant.

Le jeune de L. Je ne vois pas quel effet ce changement peut avoir sur le procès chimique.

Mr. de P. N'oubliez pas que les couches atmosphériques sont composés d'agens, différents en quantité et en énergie.

Le jeune de L. Ah! je conçois. Si ce changement n'avoit pas lieu, les couches inférieures changeroient plus vîte de nature. Un acide moins actif succédant plus tôt à un acide plus actif, il existeroit un changement plus fréquent dans la nature des couches de roche. Ce mouvement vers le haut des couches atmosphériques inférieures soustrait au procès chimique ces couches, qui ont déja perdu de leur acide le plus actif, et les remplace par des couches qui n'ont encore rien perdu de cet acide prédominant, et produit parconséquent des roches de même espèce plus épaisses.

Mr. de P. Dans l'océan même, là où les subssance chimiques de l'océan se rencontrent avec les réagens de l'atmosphère dans la couche liquide indifférente et s'y combinent, il se fait un second dégagement de chaleur, qui fait monter les couches liquides chauffées, que les couches supérieures remplacent. Or celles-ci sont bien plus imprégnées de réagent que celles-là et le procès gagne en énergie; mais peu après les couches, qui s'étoient élevées après avoir perdu leur réagent, retombent dès qu'elles se sont réfroidies.

Le Comte C. Il me semble qu'elles devroient rester à leur place supérieure, puis que, imprégnées de moins de réagent, elles doivent être naturellement plus légères que les inférieures qui en ont davantage.

Mr. de P. Cela paroit ainsi; mais il ne faut pas oublier le sel que ces couches neutres contiennent et qui leur donne même plus de pesanteur spécifique que n'en ont les couches imprégnées du réagent seulement.

Mr. de L. Ainsi vous supposez une espèce de contre-danse des couches de l'océan de haut en bas.

Mr. de P. Je ne la suppose pas, mais je l'ai vue et produite. J'ai chargé mon instrument d'affinité (celui dont je me suis servi en Optique) d'eau pure superposée d'alkohol, pour obtenir la décomposition de la lumière.

Le jeune de L. Je n'ai pas oublié cette belle expérience.

Mr. de P. Lorsque j'employois de l'eau pure et de l'eau saturée d'un sel, j'obtenois une seule image

prismatique stable. Mais l'esprit de vin et l'eau m'ont offert un nouveau phénomène. J'observai à mon grand étonnement d'abord une image blanche presque sans couleur, puis colorée irrégliérement et animée en quelque sorte d'un mouvement interne de haut en bas. Bientôt après je distinguai dans ce vrai tableau mouvant plusieurs images prismatiques complettes qui montoient et descendoient les unes dans les autres et produisoient, tantôt ici tantôt là, un peu de blanc et presque partout des couleurs mélangées.

Mde. de L. Cela doit être bien joli à voir.

Mr. de P. Comme nous savons que l'image prismatique dans les expériences de ce genre est produite par l'inégale densité des couches qui agissent chimiquement les unes sur les autres, il est clair que le mouvement des images prismatiques n'est que la peinture d'un mouvement des couches d'eau et d'alkohol dans le vase, mouvement exécuté par la température produite par l'affinité de l'alkohol et de l'eau; et voilà la contre-danse des couches de l'océan, à ce que je crois, fondée. Mais observons notre petit phénomène à divers périodes de sa durée. Au commencement, où l'affinité avoit le plus d'énergie, la chaleur a dû être à son maximum et la danse des couches être très rapide. Ce mélange rapide des couches et des images prismatiques a donc dû d'abord, tout comme dans la rotation du disque couvert des couleurs prismatiques, ne produire que du blanc. L'affinité s'affoiblissant et la danse devenant moins rapide, on a d'abord distingué des couleurs et du mouvement, puis ces images prismatiques détachées qui se mouvoient l'une sur l'autre. Ce mou-

vement des images devint toujours plus lent, et les images plus faibles et plus longues; enfin, la différence de densité des couches devenant très petite et l'affinité s'affoiblissant, il n'a plus paru qu'une image diffuse, blanchâtre et sans mouvement sensible.

Mr. de L. Oui, l'affinité est une vraie sorcière.

Le Comte de C. Et l'Optique un Professeur qui dévoile ses secrets.

Mr. de P. Appliquons ces phénomènes à l'océan. D'abord il est certain que ce que monsieur de L. nomme très spirituellement la contredanse, se fera ici avec beaucoup plus d'énergie, non pas en raison des plus grandes masses, mais parce qu'ici nous avons des combinaisons d'acides avec des alkalis, qui produisent beaucoup plus de chaleur que celle de l'eau avec l'alkohol. Ce mouvement doit ammener des interruptions dans le procès chimique, des *pauses,* indiquées par la multiplicité des images prismatiques dans notre expérience en miniature. Tant que ces mouvemens sont très rapides (ce qui a lieu longtems à cause de la grande énergie du procès) ces pauses sont imperceptibles, les produits s'assimilent; c'est le tems où l'image de notre expérience est blanche, et qui est d'autant plus long que les masses de réagens sont plus considérables et se renouvellent par le mouvement analogue des couches de l'atmosphère. Mais lorsque ces mouvemens ont perdu de leur rapidité, alors les pauses deviennent sensibles et les produits des combinaisons se séparent. Voilà l'origine de la structure schisteuse, qui disparoit enfin lorsque l'affinité est affoiblie au point de ne plus

causer sensiblement de mouvement vertical dans les couches.

Mde. de L. J'avoue qu'il m'en a pas peu couté de peine pour vous suivre. Mais j'en suis bien dédommagée par l'admiration que ce mécanisme délicat m'inspire pour l'ouvrage du Créateur. La jouïssance de contempler cet ouvrage tout fait est grande; mais elle est encore bien loin de celle qu'on éprouve en voyant agir les causes qui produisent ces merveilles.

Mr. de P. Je vous offre, madame, la gratitude de la Physique pour ces sentimens honorables; et j'ose croire que vous ne serez pas fachée d'apprendre qu'au fond de notre océan, là où les combinaisons salines, encore liquides, se cristallisent, il y a une troisième production de chaleur qui, outre qu'elle échauffe le fond à mesure qu'il se forme, produit dans les couches qui le couvrent immédiatement les mêmes mouvemens que nous venons d'observer et parconséquent les mêmes effets. C'est ici précisément que se forment d'abord les couches massives et puis les schistes, dont les premiers sont composés de feuillets minces au commencement et qui ensuite augmentent d'épaisseur, comme l'image prismatique de largeur dans notre expérience.

Voilà, madame, ma leçon d'Architecture chimique terminée. J'aurai à la suite l'honneur de voüs prier de me permettre de vous en donner une seconde sur l'Architecture mécanique, que monsieur de T., l'apôtre zèlé de la Mécanique, trouvera sûrement intéressante.

Mde. de L. Si elle l'est autant que celle que vous

venez de nous donner, elle me fera beaucoup de plaisir. Pour le présent vous allez commencer l'édifice.

Mr. de P. Oui, madame; et considérons d'abord la marche chimique des trois acides de l'atmosphère dans l'eau de l'océan. La silice faisant la très majeure partie de l'écorce de notre globe, son réagent, l'acide fluorique, doit également avoir fait la très majeure partie de l'atmosphère d'alors. Ajoutez à cela que l'affinité de cet acide pour l'eau est bien plus grande que celle des deux autres, et vous jugerez aisément que l'acide fluorique avoit une masse chimique à cet égard bien supérieure à celle des deux autres et que parconséque elle a dû devancer très considérablement ceux-ci dans la pénétration des couches de l'océan. Ainsi la vitesse de la marche chimique décide de la nature des roches et de l'ordre dans le quel elles se forment.

Mr. de L. Comme vous avez été charmé de trouver cela!

Mr. de P. Assurément, ne vous en déplaise. Après l'acide fluorique vient l'acide muriateux hydrogéné, à cause de sa grande affinité pour l'eau et de sa prépondérance sur l'acide carbonique, qui, outre son infériorité de quantité, ne s'absorbe que lentement dans l'eau. Mais n'oublions pas que, quoique l'acide fluorique devance de beaucoup l'acide muriateux et celui-ci l'acide carbonique, néammoins il y a eu simultanéité de marche de la part des trois, puisque nous supposons que ces trois acides gazeux étoient mêlés par affinité physique dans l'atmosphère; seulement j'observerai que, l'acide carbonique ayant le moins d'affinité pour les substances aux quelles il pouvoit se combiner

dans l'océan, il n'a pu, au commencement du grand procès, s'unir à aucune de ces substances, les deux autres acides ayant le pouvoir de détruire ses combinaisons.

Mde. de L. Où s'est donc réfugié ce pauvre acide carbonique?

Mr. de P. Dans les couches neutres où les autres acides lui permettent d'exister. D'après ces données il doit s'être formé d'abord du *quarz très pur*, tel que le cristal de roche; puis du *quarz ordinaire* avec un minimum d'alumine; du *quartz* et du *feldspath*, contenant déja plus d'alumine et un minimum d'oxide de fer avec un peu de potasse; puis du *quarz*, du *feldsphat*, et du *mica* qui contient déja de l'alumine, de l'oxide et de la potasse en quantités considérables) c. à. d. du *granite*. Vous vous étonnerez peut-être de cette suite de roches, quarz, quarz et feldspath, granite, dont les deux premiers chainons ne sont point allégués au nombre des roches connues.

Mr. de R. Ils peuvent être à une profondeur à la quelle nous ne sommes par encore arrivés.

Mr. de P. Assurément; mais cette possibilité ne me suffiroit pas et je me réserve le plaisir de vous faire voir à la suite ce quarz pur et ce feldspath sans mica. Et je puis vous dire d'avance que nous trouvons parmi les autres roches quelques strates de quarz et de feldspath pur. Mais voyons comment cette première suite s'est formée.

Les acides ont pénétré l'eau à sa surface, et ont commencé de là leurs migrations au travers de l'océan; l'acide fluorique en vitesse et quantité incomparable-

ment plus grandes que les autres. Chemin faisant l'acide fluorique s'est emparé de la silice pure et en a formé un fluate liquide (la silice d'aujourd'hui) prêt à se cristalliser dès qu'il trouvera un point fixe où cela puisse avoir lieu. Ce fluate a donc dû marcher jusqu'au fond de l'océan, où il a trouvé une surface solide qui lui offroit une base de cristallisation. Pendant ce tems l'acide muriateux hydrogéné s'étoit emparé de la potasse et de la soude qu'il pouvoit dissoudre, ce qui précipita l'alumine, qui arriva plus tard au fond de l'océan et d'abord en petite quantité, pour construire du feldspath et ensuite plus abondanment pour former du mica. Mais pour ces deux pierres il falloit de l'oxide de fer, dont la solution se forma par le même acide muriateux, et arriva sur le fond un peu plus tard que la solution, d'alumine.

Vous voyez que nous rendons ainsi compte de la composition des pierres dans l'ordre dans le quel nous les trouvons d'après les observations géognostiques pour le tems où le grand procès put se faire sans être troublé. Mais si vous me demandez pourquoi dans chacune de ces pierres l'alumine et l'oxide de fer sont intimément mêlés à la silice, tandis que le granite est formé de grains absolument distincts de quarz, de feldspath et de mica, réunis uniquement par l'attraction de surface, je répondrai que c'est un secret dépendant des lois de la cristallisation que nous ne connoissons pas encore, peut-être de la loi chimique des proportions fixes.

Après la grande formation du granite en grains toujours plus petits, qui indiquent un procès toujours

moins énergique, vint le tems où ce procès affoibli fut sujet aux pauses que je vous ai décrites; il dût donc se former du granite feuilleté, c. à. d. du gneis. Ce procès se trouvant encore affoibli par cette formation et la proportion d'alumine et d'oxide augmentant, le quarz n'a dû se former qu'en petite quantité dans l'intervalle des pauses et se couvrir de mica en feuilles. C'est le schiste micacé ou le mica-schiste. Il se forma d'abord en petits grains de forme lenticulaire, tenante encore de la figure qu'il avoit dans le granite, puis en lamelles, comme le mica. Pourquoi le feldspath disparoit dans cette roche, est un phénomène qui indique des proportions fixes dans le mélange des terres, et des lois de cristallisation que nous ne connoissons pas.

Mde. de L. Ces lois inconnues de la cristallisation doivent vous avoir furieusement chipoté lorsque vous avez construit votre système.

Mr. de P. Assurément; mais je l'eusse oublié si je ne savois, madame, qu'elles ne vous chipotent pas moins. Au reste nous voulons nous consoler, si nous venons à bout de trouver, au moins dans les principeaux phénomènes, la marche de la Nature et de nous assurer que ce que nous ne savons pas n'est pas en contradiction avec ce que nous croyons savoir. — Continuons notre création.

Les formations que je viens de décrire ont épuisé la masse de la silice au point qu'il ne peut plus se former de quarz ni de feldspath. Ainsi nous devons avoir à présent une roche sans cristallisation sensible, le phyllade. La proportion de silice y est la même que dans le mica, et ce nouveau produit auroit une cristal-

[redacted]

lisation assez semblable à celle du mica, si elle ne manquoit pas de potasse, remplacée par un surplus de près de 28 millièmes d'alumine et de talk, deux terres non cristallisables: défaut que ne réparent pas les 4 millièmes de chaux qui se trouvent dans le phyllade. Cette formation ayant eu lieu dans le tems où le procès chimique avoit encore une énergie moyenne qui produisoit des pauses, mais moins fréquentes que lors de la formation du gneus et du chiste micacé, le phyllade a dû être une roche schisteuse à lames plus épaisses que celles du gneus et du schiste micacé.

Mr. de V. Comme vous venez de nommer la potasse, permettez moi de vous demander pourquoi on la trouve dans le granite et plus dans le phyllade.

Mr. de P. Elle ne se trouve dans les granites que dans la proportion d'environ 4 centièmes, puis dans l'amphibole et dans le sel marin en quantités presque impercephlibles. Ce qui prouve qu'il n'existoit que peu de potasse dans l'océan. Or si nous considérons l'acide muriateux hydrogéné comme son réagent, nous trouverons que, dans le tems où le granite s'est formé, il a dû arriver de cet acide beaucoup moins qu'il n'en falloit pour combiner cet alkali et que la majeure partie de la potasse, substance éminemment cristallisable, a du rester liée à l'alumine et l'oxide de fer; ce qui est constaté par l'observation que le feldspath et le mica seuls, non le quarz, contiennent de cet alkali.

Le Comte C. Mais la chaux? comment s'est-elle d'un côté glissée dans le Phyllade, les amphibolites etc. et d'un autre côté conservée en masse pour former des couches à part?

Mr. de P. Permettez moi, monsieur le Comte, de ne résoudre pour le présent que la première de ces deux questions et de remettre à un autre jour la réponse à la seconde. La chaux contenue dans l'océan a d'abord été attaquée par l'acide muriateux et a produit du muriate de chaux, sel extrêment soluble dans l'eau, qui a dû faire sa marche au travers de l'océan. Mais en route il a rencontré les alkalis en abondance unis aux oxides et à l'alumine. Si nous considérons d'un côté que, à la vérité l'affinité de la chaux pour l'acide muriateux hydrogéné est un peu plus grande que celle de la soude, mais que d'un autre côté les oxides et l'alumine ont une affinité considérable pour cet acide aux quels ils tendent à se lier, nous devons conclure que cet acide a dû abandonner la chaux, qui, précipitée dans un liquide qui ne pouvoit plus la résoudre, dût nécessairement tomber par sa pesanteur spécifique et s'unir au fond de l'océan aux phyllades et aux amphibolites qui se formoient alors, et non aux granites compactes et feuilletés, dont la formation a dû précéder au fond de l'océan le procès dont nous parlons.

Arêtons nous ici et terminons ce premier Chapitre qui doit ne contenir que les produits du procès chimique tant qu'il n'a pas été troublé par les opérations mécaniques. Car si nous allons plus loin, nous arrivons d'abord aux roches que les Géognostes nomment intermédiaires.

Mr. de G. Ainsi voilà une époque fixe et un période général que vous adoptez contre vos propres principes,

Mr. de P. Non, mon ami; et vous verrez vous-

même que le commencement des opérations mécaniques a été si foible qu'il est impossible d'en assigner le tems. Nous quittons à présent le grand procès chimique qui s'effectua jusques là avec une tranquillité vraiment imposante, pour rechercher les causes qui l'ont troublé et décrire les dévastations que ses produits ont essuiées. Si jusqu'ici la Nature travailloit dans un silence profond, soigneuse de nous offrir un ouvrage régulier, à présent nous la verrons travailler avec violence, bouleverser l'océan et l'atmosphère et changer son édifice immense en débris dont nous ne voyons qu'une petite partie dans nos plus hautes chaines de montagnes, dans les continens et les îles d'aujourd'hui.

Mais permettez moi de remettre ce sujet à demain, notre soirée d'aujourd'hui ne suffisant pas pour l'achever.

Mr. de L. Je n'y consens qu'à regret, impatient de voir enfin du mouvement dans la création.

Mr. de P. Demain vous trouverez que j'ai bien fait; car la tâche est un peu longue, et il ne seroit guères possible de la couper.

CENT TREIZIÈME ENTRETIEN.

SECOND CHAPITRE.

Mr. *de L.* Mon jour est arrivé, le grand jour où je verrai tout bouleverser, tout ravager, tout détruire, pour refaire en quelque sorte la création.

Mde. de L. Etes-vous, mon cher mari, si ami de la destruction et du désordre?

Mr. de R. Vive le mouvement! J'ai également attendu ce jour avec impatience.

Mde. de L. Je n'en doute pas; vous êtes toujours impatient et bouillant.

Mr. de T. Quant à moi, j'avoue que je me réjouis de ce que nous entendrons aujourd'hui, par ce que la Chimie cèdera le trône à la Mécanique.

Le jeune de L. Maman! je me range du côté de ces messieurs; j'aime tout ce qui est turbulent.

Mde. de L. Mon fils, c'est de l'amour propre.

Mr. de G. J'aime les lois, mais pas l'uniformité. Malheur aux Etats où tout est tiré au cordeau, où tout s'égalise, où l'on croit trouver le souverain bonheur dans une symmétrie qui fait un régiment de tout un peuple. Le talent, le génie n'y règnent pas, et dans le besoin on ne trouve que des automates au lieu d'hommes. Je me plais à voir la Nature nous offrir son exemple.

Mde. de L. Vous êtes aujourd'hui bien révolutionnaire.

Mr. de V. Je me range, madame, sous vos étendarts; à mon âge on aime la paix. Mais avouons cependant que cette sublime tranquillité de l'océan, cette belle uniformité dans la suite des roches, commençoit déja très fort à nous ennuyer.

Mde. de L. (riant.) Je n'ai en ceci point d'avis à moi, mais je suis du vôtre, monsieur de V., et charmée de vous forcer par là d'avoir eu l'air de m'être resté fidèle, au moins par pressentiment.

Mr. de L. Voilà ce qui s'appelle une ruse de femme! — Mais commencez, monsieur de P. à tout bouleverser.

Mr. de P. Nous n'en sommes pas encore là; il faut auparavant s'en procurer les forces, et, qui plus est, savoir ce que l'on veut faire de tout ce fracas, sans quoi nous mériterons le reproche que madame de L. vient de faire à mon ami de G., d'ailleurs si débonnaire.

Trouverons-nous ces forces mécaniques qui ont changé la surface entière du globe dans le cours paisible du

grand procès chimique que nous venons de décrire? Je n'en vois pas la possibilité, et mon aimable auditoire vient de se prononcer de manière à me faire croire qu'il ne les y cherchera pas. En effet les vents causés par la différence de température; les courans de l'atmosphère, effets du calorique dégagé par le procès chimique à la surface de l'océan, les petits courans verticaux dans de l'océan même qui occasionnent les pauses des procès chimiques dans l'intérieur, peuvent tout au plus occasionner quelques petites différences dans la nature des produits de ces procès, former peut-être quelques roches extraordinaires de quarz, de feldspath, de mica, de phyllade etc. épaisses de quelques lignes ou de quelques pouces. Les grandes excroissances du continent que nous nommons chaines de montagnes, des excroissances semblables du fond de la mer, que nous nommons îles et bas fonds; les déchiremens, les fracassemens, les renversemens, les destructions même d'énormes masses de roches, la formation de grandes couches de nouvelles roches qui couvrent ces débris, le dérangement dans la suite naturelle des couches, l'intercalation de grandes couches étrangères à la suite où elles se trouvent, celle des lits encore plus étrangers à ces suites, les formes si variées de gisement, les fentes qu'on observe dans toutes les espèces de roches, les filons qui les traversent indistinctement; tout cela ne s'explique pas par les mouvemens presque insensibles que je viens de nommer. Il nous faut des causes d'une tout autre espèce, une Mécanique bien plus puissante, une Architecture d'un bien plus grand genre.

Mde. de L. Voilà bien de l'ouvrage.

Mr. de P. Voici encore un problème qui ne se résoudra pas par de petits moyens. L'océan d'alors contenoit une masse de liquide bien plus considérable que celui d'aujourd'hui; d'abord toute l'eau nécessaire pour tenir la silice pure, la chaux, les alkalis, en solution; puis, les oxides et les terres s'étant précipités avec une petite partie des alkalis, tout le reste a conservé la forme liquide et a été augmenté par l'acide muriateux hydrogéné de l'atmosphère. Nous avons évalué cette masse égale au moins à une enveloppe entière du globe de 6000 T. de hauteur. Or l'océan d'aujourd'hui ne nous offre pas une telle masse de liquide. Car le tiers de la surface du globe est occupé par les continents et les isles, et le reste a des profondeurs très inégales. Et comme en outre nos montagnes se sont formées dans l'océan, il et clair que leurs sommets ont dû se trouver alors très au dessous du niveau de cette masse liquide, et que parconséquent il a dû en disparoitre une portion très considérable.

Mr. de R. Qu'est elle donc devenue?

Mr. de P. Quelques uns ont cru la trouver dans l'atmosphère. Mais d'après les principes d'Hygrométrie notre atmosphère entièrement saturée d'eau, à la température de 14 d. R. et sous une pression de 28 pouces de mercure, ne contiendroit pas 7 pouces d'eau.

Le jeune de L. Mais l'air dilaté des régions supérieures contient à proportion plus d'eau que l'air comprimé par 28 pouces de mercure.

Mr. de P. Fort bien, à même température; mais

le froid, qui règne dans les régions supérieures, diminue cette quantité d'eau et finit par dessécher totalement l'air des régions très élevées. Mais je veux même admettre l'hypothèse de De Luc, vous accorder que notre atmosphère ne soit que de l'eau gazifiée. Cette eau condensée ne produiroit qu'une couche d'environ 32 pieds, hauteur qui disparoit, comparée aux masses que nous considérons.

D'autres auteurs ont supposé dans le noyau de notre Terre de grandes cavernes, qui ensuite, chargées des roches qui se formoient successivement, en ont été enfin écrasées et ont fourni l'espace nécessaire pour engloutir une partie de l'océan. Mais ces messieurs nous doivent encore le mécanisme qui a formé ces cavernes; et ils ne songent pas que les voûtes de ces immenses creux étoient chargés, déja avant la formation des roches, du même poids, les masses précipitées se trouvant alors dans l'océan, dont la pression étoit égale à la somme des masses précipitées et du fluide qui les tenoit en solution. Ils oublient en outre que les précipitations, formant une croute, une nouvelle addition à l'épaisseur des voûtes, celles-ci ne pouvoient plus être écrasées.

Mr. de R. Peut-on bâtir des systèmes et ne pas songer à de pareilles choses?

Mr. de L. Le besoin excuse bien des extravagances.

Mr. de G. Malheur, Général, à celui que vous excusez!

Mr. de P. Notre problème est énoncé. Nous savons à peu près ce que nous avons à faire, quelles

[redacted]

masses à remuer ou renverser. Cherchons à présent les forces mécaniques proportionnées à ces grands mouvemens. Nous avons vu tout-à-l'heure qu'elles ne sont contenues ni dans l'océan, ni dans l'atmosphère. Nous élèverons-nous jusqu'aux astres pour les trouver? Conjurerons-nous par une magie quelconque une comète pour élever par son attraction les deux fluides immenses qui enveloppent le globe et les laisser retomber après son passage? Quelque sorcière que la Physique soit, cette conjuration lui réussiroit mal; et supposant que la comète arrivât et produisit ces courans terribles qu'on désire, que feroient ces courans et toute leur violence contre un sol sphérique et comme fait au tour? Il leur enlèveroit tout au plus la superficie pour en faire du terrain de transport, qui après la retraite de l'océan seroit une boue bien également étendue, le paradis de Thomas Burnet. Mais où se retirera la mer . . . . .

Le jeune de L. Dans la comète qui l'enlèvera à la terre.

Le Comte C. Un vol d'une espèce tout nouvelle!

Mr. de P. Que je ne refuserai pas à notre jeune ami. Mais d'où nous viendront les montagnes, les inclinaisons des couches, les gisemens des roches etc., l'océan même qui nous est resté?

Mr. de G. Quant à l'océan d'aujourd'hui, la comète aura eu pour notre Terre la politesse des brigands des environs de Londres, qui laissent aux voyageurs de quoi faire le reste de leur route.

Mr. de T. J'ai sujet d'en douter; car la comète, s'étant accrue d'une partie de notre océan, aura gagné en attraction et en rapacité au point de ne nous rien laisser.

Mr. de P. Ainsi ni le ciel, ni l'atmosphère, ni l'océan n'ont pu produire les effets que nous avons à expliquer; il faudra donc descendre jusqu'au noyau de notre globe et chercher là, sous les roches qui composent son écorce, la cause de ces effets prodigieux. Bref, *cette cause est une action volcanique.*

Mr. de L. Ah! je découvre à présent vos finesses, monsieur le Géologiste. Vous placez le foyer des volcans à 6000 toises sous le niveau de l'océan et vous entreprenez de construire une écorce du globe de 6000 toises d'épaisseur pour mettre les forces volcaniques à votre disposition.

Mr. de P. Non pas, mais pour retrouver ces mêmes forces que la Nature a eues à sa disposition. Les archives du tems d'alors, consignées dans les couches de roches, attestent des faits dont les causes ne se retrouvent nulle part dans tout l'empire de la Nature, excepté dans le foyer des volcans; et voudriez-vous peut-être que j'abandonnasse cette source féconde d'explications, pour vous dire je ne sais quoi?

Mde. de L. Croyez-vous que mon mari ait pu vous faire sérieusement une pareille objection?

Mr. de P. On me l'a faite et très sérieusement dans une gazette littéraire.

Mr. de L. Ne me prenez pas, je nous prie, pour

un animal critique. Peut-on se refuser à l'évidence, à la simplicité de cette hypothèse, la plus juste que vous nous ayez fait connoitre dans toute la Physique. Car je pressens en quelque sorte avec quelle facilité vous manierez cette cause de mouvemens. Seulement je ne vois pas trop quand et comment vous la ferez commencer.

Mr. de P. Avant d'en venir là, établissons le principe en quelque sorte légalement. La Nature nous offre dans les volcans en activité et dans les volcans éteints des analogies si frappantes avec ses grandes opérations de jadis, j'ose même dire des modèles si justes de ce qu'elle a fait autrefois, par rapport aux forces, aux effets mécaniques et aux productions, qu'il est impossible de se refuser à cette analogie; tant qu'il sera permis d'assigner les mêmes causes aux mêmes effets.

Voici l'hypothèse, réduite à sa plus grande simplicité : *La surface du noyau du globe terrestre étoit, avant le procès de la grande précipitation, composée, en tout ou en grande partie, de sulfures métalliques* (pyrites) *en contact immédiat avec l'océan d'alors.* Or comme les volcans d'aujourd'hui, actifs ou éteints, et les tremblemens de terre, nous dévoilent l'existence de ces substances dans leur sein et à tant de points de notre globe, ne doit-il pas être permis d'admettre que ces points étoient autrefois plus fréquents et que les éruptions actuelles ne sont en quelque sorte que la résonnance d'opérations semblables que la Nature a employées jadis pour bouleverser son ouvrage et lui oter l'uniformité fastidieuse qu'il avoit? Voyons à présent comment ces grandes opérations ont pu et dû commencer.

Mr. de T. Voilà le vrai secret de la chose; car il me semble que, si les pyrites et l'eau de l'océan étoient en contact, les éruptions devoient commencer avant le procès de la précipitation, et que par là tout l'océan devoit être bouleversé; et les couches de roches, précipitées pendant ces mouvemens tumultueux, n'auroient pu nous offrir que l'image d'un désordre absolu, sans aucune trace de régularité, que cependant vous nous avez vous même fait voir.

Mr. de P. Je sens toute la force de cette objection. Voyons s'il est possible de la réfuter. Je dis que, par deux raisons, le procès volcanique ne pouvoit pas commencer avant le procès chimique de la précipitation.

Le première de ces deux causes est le défaut de température. Nous savons que déjà à une profondeur de 2000 pieds la température de l'océan est au dessous de zéro; et quelque lente que soit la progression de la diminution de température dans la mer, il est bien certain qu'à 10000 toises ou 60000 pieds, cette température doit avoir été beaucoup plus petite, sans que l'eau ait pu geler. Or vous savez que la diminution de température affoiblit considérablement les procès chimiques; ce qui doit sur tout avoir lieu pour l'action de l'eau sur les pyrites, cette action étant très lente, même à la température moyenne. D'où il suit que ce défaut de température doit avoir arêté ou affoibli ce procès au point de le rendre presque nul.

La seconde cause est la pression énorme de l'océan et de l'atmosphère d'alors, qui égaloit une pression de

[redacted]

21600 T. d'eau; ce qui fait 4000 pressions atmosphériques d'aujourd'hui.

Mr. de T. Comment cette pression pouvoit-elle rallentir ou arêter le procès chimique? Il me semble qu'au contraire elle auroit dû le favoriser, puisqu'elle comprimoit les particules des réagens les unes sur les autres avec cette force énorme.

Mr. de P. La Physique va jouer le rôle de médiatrice entre la Chimie et la Mécanique. Vous savez que le procès volcanique est une décomposition de l'eau par l'action réunie du soufre et du métal et qu'il se dégage du gaz hydrogène sulfuré. Or si ce dégagement devient impossible par la pression, alors le procès ne peut pas avoir lieu; ou du moins le gaz ne pouvant se dégager, il est clair qu'il ne peut exister ni expansion ni explosion et tout reste tranquille au fond de la mer.

Le jeune de L. Mais vous nous avez souvent dit, monsieur de P., que l'affinité se joue des forces mècaniques, et ici vous soumettez le procès chimique à ces forces.

Mr. de P. Je crois plutôt vous avoir dit que l'affinité se joue de la pesanteur dans les marches des substances chimiques, mais non des forces mécaniques en général. Car au chapitre de la chaleur et à celui de la température de l'océan et à d'autres occasions, je vous ai fait remarquer l'influence de la pression sur le procès de l'évaporation et de l'expulsion des gaz hors de l'eau, sur la congélation de l'eau etc.

Mr. de T. La congélation de l'eau! M'y voilà!

Je me rappelle à présent que la mer ne peut geler à de grandes profondeurs, par ce que la congélation doit chasser l'air de l'eau et que la pression s'oppose à sa dilatation. C'est le même cas dans le procès de la décomposition de l'eau par les sulfates de métaux.

Mr. de P. C'est au moins une forte analogie; mais je n'eusse pas cru cette théorie fondée, si je ne l'avois appuiée sur des expériences directes, que je vais avoir l'honneur de vous communiquer.

Je délayai une partie d'acide sulfurique dans 120 parties d'eau et en versai deux portions égales dans deux vases ouverts sur des portions égales de limaille de fer et remuai les deux mélanges à la température moyenne de 15 d. R. Le gaz hydrogène commença aussi tôt à se former et s'élever. Je laissai l'un des deux vases à l'air libre, et le dégagement continua en augmentant peu à peu par l'augmentation de température qu'il produisoit lui même. Je plaçai l'autre vase sous une cloche pneumatique dans laquelle je comprimai l'air jusqu'au double de son élasticité ordinaire. Le résultat fut que le dégagement d'air diminua de plus des trois quarts, et lorsque j'employai dans une expérience postérieure une pression égale à environ 8 fois le poids ordinaire de l'atmosphère, le dégagement de gaz devint presque insensible. Or en nous tenant à la première expérience, qui nous dit qu'une pression atmosphérique en sus réduit ce dégagement au quart, et dans la supposition (la plus probable) que la diminution soit en proportion de la pression, nous trouverons qu'une pression égale à celle de 4000 atmosphères le réduiroit à $\frac{1}{16000}$ de ce

qu'il est à la température moyenne. Or l'affinité de l'oxigène de l'eau pour les pyrites ou pour un mélange de soufre et de fer est bien moins énergique que celle de notre acide délayé sur le fer; et si nous ajoutons à cette cause celle du défaut de température, vous jugerez aisément que le procès volcanique a dû être un infiniment petit avant que le procès de la précipitation eut commencé.

J'ajoutai à cette preuve l'inverse de notre première expérience répétée plusieurs fois avec un acide délayé dans les proportions de 1 à 120 à 60 à 15, en employant la dilatation au lieu de la compression. Le dégagement du gaz augmenta avec chaque coup de piston, de sorte que l'air de la cloche étant très raréfié, le dégagement parut presque aussi fort que s'il eut été produit par un acide délayé dans les proportions les plus favorables. Pour savoir à-coup-sûr si le procès chimique avoit réellement gagné en énergie je plaçai des thermomètres dans le vase sous la cloche et dans le vase libre, et trouvai celui-là de $\frac{1}{10}$ à $\frac{7}{10}$ de degré R. au dessus de celui-ci. Or si vous ajoutez à ce petit excès de température toute la chaleur que l'évaporation, favorisée par l'action de la pompe, a combinée, vous jugerez que le procès a dû être considérablement augmenté par la diminution de la pression.

Mr. de T. Votre théorème me paroit hors de doute et je conçois que le procès volcanique n'a pas dû avoir lieu sous ces deux circonstances de la pression énorme et de la très basse température, Mais comment le ferez-vous commencer?

Mr. de P. Par le procès de la cristallisation lui-même. Ce procès, comme je l'ai remarqué hier, dégage de la chaleur, dont la majeure partie, montant dans les couches liquides, y produisit les pauses, et la moindre, se portant vers l'inférieur, augmente la température des pyrites. Mais cette augmentation a dû être extrêmement lente, par ce que la croute de granite, augmentant d'épaisseur, devenoit un empêchement toujours croissant au passage de la chaleur, et le procès volcanique n'eut certainement jamais eu lieu avec assez d'énergie pour soulever et rompre la moindre roche, si le commencement du procès chimique, quelque petit que nous le supposions, n'eut produit lui-même les surcroits de température dont il avoit besoin pour devenir un procès volcanique.

Mr. de L. Ce jeu que vous nous dépéignez au fond de l'océan me plait. Il me semble voir la Nature dans les douleurs de l'enfantement pour mettre le procès volcanique au monde et porter les roches au dessus de l'océan. Mais, tout en admettent la vérité de ces opérations préparatoires, il me vient une objection que je ne puis me dispenser de vous faire.

Mde. de L. Dites, mon ami, que vous faites avec beaucoup de plaisir.

Mr. de L. Pourquoi pas? si cela vous amuse. Mon objection est que, dès qu'il s'est formé une couche de quarz ou de toute autre masse cristalline, cette couche ne rallentit pas seulement la marche du calorique vers les pyrites, mais exclut l'eau du procès et que parconséquent l'accouchement ne pourra pas avoir lieu. Qu'elle

nouvelle machine emploierez-vous, monsieur de P., pour l'opérer?

Mr. de P. Celle que vous venez de m'accorder me suffira. Avant la cristallisation le procès chimique dont nous parlons étoit à son minimum ou n'existoit pas du tout. Dans le premier cas il perdoit la chaleur qu'il produisoit lui-même, par l'océan dont les couches adjacentes aux pyrites devoient se nouveller dès qu'elles avoient acquis assez de chaleur pour pouvoir s'élever tant soit peu. Le commencement de cristallisation a augmenté la température et l'a resserrée par le premier strate de masse précipitée. Ainsi le gaz hydrogène a dû se former et rompre ces premieres lames cristallines, trop minces encore pour pouvoir résister, et l'eau s'est fait jour par là jusqu'aux pyrites. Mais le procès volcanique réfroidi par cette nouvelle eau, a laissé au grand procès chimique le tems de former de nouvelles lames cristallines qui ont été de nouveau rompues par la suite comme les premières. Ce jeu a duré quelque tems, jusqu'à ce qu'enfin ces premiers débris accumulés ont couvert les pyrites de manière à ne laisser qu'un accès très difficile à l'eau; ce qui a donné au procès de la cristallisation le tems de former des couches qui ont résisté par leur cohésion à la force expansive du gaz hydrogène. Ce pas étant gagné, la croute solide augmentant d'épaisseur et de force de résistance, la continuation très lente du procès volcanique n'a du causer que des soulevemens accompagnés tout au plus de faibles crévasses.

Le Comte C. Et cela comme tout ce que la Nature fait, par degrés imperceptibles.

Mr. de P. Représentez vous à présent le fond de l'océan comme je viens de le décrire, une couche de petits débris de masse cristallisée, dont les interstices sont remplis par le fluide de l'océan, et une couche compacte de roche cristalline par dessus, qui s'accroit toujours et dont la résistance augmente en raison du carré de son épaisseur. Observez le procès chimique tout au fond, à la surface des pyrites, qui augmente aussi de son côté, mais ne pouvant encore que dégager du gaz hydrogène sans pouvoir porter encore l'eau à l'état de vapeur, à raison du poids énorme qui pèse sur ce procès, et vous concevrez qu'il doit y avoir eu un tems de repos très long, celui qu'il falloit pour porter les réagens de ce procès jusqu'au degré de la chaleur rouge, tems pendant lequel les couches cristallines ont pu gagner de très grandes épaisseurs et une force capable de résister longtems à la force expansive qui augmentoit avec d'autant plus de rapidité que la température approchoit de plus en plus de la chaleur rouge. Ajoutez à cela que les pyrites, qui formoient la surface du noyau du globe, n'étoient pas partout de même nature; car nous trouvons une grande différence dans ceux que nous connoissons rélativement à l'énergie de leur action sur l'eau, ce qui est dû vraisemblablement aux différentes proportions du soufre au métal; de sorte que la marche du procès chimique doit avoir été en différents lieux plus ou moins lente et ses effets volcaniques se manifester à différents tems.

Mde. de L. Voilà donc votre procès établi. Ayez la bonté à présent de bâtir ou plutôt de débâtir.

Mr. de P. J'ai été, à la vérité, un peu prolixe dans ces préliminaires. Mais s'y ai été entrainé par les objections; ce dont au reste je ne suis nullement fâché, le principe des révolutions de la croute de notre globe ne pouvant être trop bien étayé.

Lorsque le procès chimique des pyrites eut acquis, ou plutôt produit, la chaleur nécessaire pour réduire l'eau en vapeur malgré le poids dont cette eau étoit chargée, le procès volcanique dût se manifester; car l'expansion de cette vapeur par les degrés toujours croissants de chaleur acquit enfin l'élasticité nécessaire pour soulever les masses continues qui s'étoient formées, et ce soulèvement produisit des cavernes énormes, peut-être de 100 lieues de diamètre et plus; il en résulta des crévasses qui fournirent de nouvelles portions d'eau au procès volcanique par les fentes qu'elles occasionnèrent dans les voûtes.

Mr. de T. Je me représente l'origine de ces crévasses comme une rupture momentanée des couches de granite qui s'ouvrent et laissent se précipiter une grande masse d'eau dans l'abyme, qui réfroidit les pyrites et permet aux couches soulevées de se rejoindre et de refermer la voûte.

Mr. de L. Fort bien; mais je ne vois pas comment les voûtes ont pu se former; car au moindre soulèvement les masses devoient se fendre et retomber à leur ancienne place aussi tôt qu'il se fut échappé une assez grande quantité de gaz et de vapeur.

Mr. de P. Cela supposeroit un défaut total de flexibilité dans les roches déja formées. Mais pouvons-

nous le supposer? Et en admettant que cette flexibilité ne fut qu'égale à celle du verre, le calcul nous dit qu'une bande de verre par ex: longue de 100 lieues et épaisse de 2000 toises pourra se plier jusqu'à une hauteur de 4000 toises avant de rompre, et voilà une caverne, à la vérité très platte, mais offrant déja un très grand espace au dégagement du gaz et de la vapeur. Je vous accorde au reste volontiers que, lorsque le procès volcanique eut été affoibli par l'eau froide qui se précipita dans la caverne, la voûte, pressée par son propre poids et celui de l'océan et de l'atmosphère, dût s'abaisser jusqu'à un certain point; ce qui referma les crévasses et fournit au procès de la précipitation générale la possibilité de recouvrir ces fentes de nouvelles couches. Cette mécanique a pu se renouveller plusieurs fois dans la même caverne et nous verrons à la suite des effets de ces soulèvemens et abaissemens successifs. Considérons à présent les effets mécaniques de ce procès au comble de son énergie.

Les masses de roches formées devoient donc s'élever, d'abord sans rupture, puis avec des crévasses que les formations continuées recouvroient, et cela en différents tems à divers points de la surface du globe et de diamètres très différents selon l'étendue des surfaces de sulfures. Ces ruptures, plus ou moins grandes, ont dû émettre dans l'océan et dans l'atmosphère d'énormes quantités de gaz et de vapeurs qui troubloient et l'océan et l'atmosphère dans leur repos, si elles se formoient au sommet des voûtes. Mais si elles se formoient au bas des cavernes, là où se trouvoient des masses de pyrites et de roches fondues, alors il a dû naitre un

mécanismé semblable à celui de nos volcans d'aujourd'hui, la pompe gigantesque de compression qui refouloit ces masses jusques à la base de l'océan.

Plus les roches s'y accumuloient, par la précipitation, plus le procès volcanique se trouvoit coercé, et et plus il acqueroit d'énergie, par ce que la chaleur enfermée dans la caverne ne se perdoit presque pas, et se trouvoit au contraire réverberée de la voûte sur les pyrites. Enfin le moment dût arriver où ces immenses voûtes, affoiblies encore par la fusion de leur surface intérieure, se rompirent avec éclat et où les deux grandes masses furent lancées chacune de son côté jusqu'à une grande élévation latérale et retombèrent l'instant d'après. Cette rechûte dût être souvent accompagnée de plus ou moins de fractures.

Mais observons en même tems ce qui se passe dans l'océan et dans l'atmosphère. La mer se précipite dans le goufre ouvert avec une accélération dûe à plusieurs mille toises de hauteur et produit sur une surface de plusieurs cents lieues des courans énormes qui dûrent détruire des parties entières d'autres masses déja formées et entrainer leurs débris. Le goufre étant rempli, les masses d'eau arrivant de tout côté sur sa surface, se choquent avec violance et reculent ensuite, formant des remoux dans toute sorte de directions, qui, répétés avec une fréquence proportionnée aux masses en mouvement, charient de nouveau les débris de roches et les dispersent-çà-et là pendant très longtems. — A l'instant où la voûte s'écroula il s'échappa au travers de l'océan un torrent immense de vapeur et de gaz hydrogène qui s'éleva dans

l'atmosphère à la température de la chaleur rouge et y rencontra du gaz oxigène non combiné; ce qui dût produire un inflammation terrible, dont celles de nos plus grands volcans actifs n'est qu'une miniature. Ce courant de gaz et de vapeurs; et plus encore l'inflammation, produisirent dans l'atmosphère des bouleversemens, des orages et des tempêtes, dont ceux d'aujourd'hui ne peuvent nous livrer qu'une très foible idée. Vous vous étonnez peut-être que le gaz hydrogène arrive dans l'atmosphère avec la chaleur rouge; mais considérez le diamètre énorme de cette colonne de gaz, qui ne peut se réfroidir qu'à sa surface, et n'oubliez pas que la vapeur qui l'accompagne, celle qui est sortie toute faite du foyer de l'explosion, et celle qui s'est formée par le passage de la colonne brûlante, en se condénsant de nouveau, rend à la colonne de gaz 365 degrés de chaleur.

Représentez vous à présent ces procès gigantesques et majestueux, répétés à cent points divers de la surface du globe et à différents tems, et vous concevrez alors la possibilité des grandes révolutions attestés dans les fastes de l'histoire de la Terre. Dans la répétition de ces phénomènes tumultueux il y eut des intervalles de lieux et de tems, qui ne contribuèrent pas peu à la variété des productions et des gisemens. Les intervalles de tems, pour les quels nous n'avons aucune mesure, de même que pour la durée générale de tous ces grands procès chimiques et mécaniques; furent produits par l'action plus ou moins lente des pyrites sur l'eau, et rendirent plusieurs grandes formations homogènes de roches possibles, telles que les porphyres, les amphibolites, les

calcaires etc., tandis que, pendant les éruptions, les roches déja formées, de même que l'océan et l'atmosphère, furent bouleversés. Les intervalles de lieu causés par une distribution inégale des pyrites, produisirent ici les grands phénomènes de soulèvement, d'éruptions et de fracassemens que je viens de décrire, ailleurs le phénomène moins étendu d'un volcan tel que ceux de nos jours, ou même d'un demi-volcan comme ceux de Pui-de Dôme.

Mr. de T. Cette prodigieuse variété de phénomènes mécaniques doit, je le sens, vous fournir une source abondante d'explications; mais permettez moi de vous demander comment cette Mécanique a cessé d'agir, puis qu'enfin, à l'exception de quelques éruptions volcaniques et de quelques tremblemens de terre, notre séjour d'àprésent est assez tranquille.

Mr. de P. Elle a cessé comme les volcans en général cessent d'être actifs, soit par ce que les pyrites ont épuisé leur fureur en se changeant en oxides et en acide sulfurique par l'action successive de l'eau, soit par ce que les cavernes ont été entièrement submergées.

Le jeune de L. Et voilà la retraite de l'océan expliquée par ces submergemens! Voilà aussi les cavernes pleines d'eau qui fournissent, à l'aide de crévasses latérales, l'eau nécessaire aux foyers volcaniques encore actifs aujourd'hui qui sont éloignés de la mer.

Mr. de P. Je suis loin de m'opposer à cette explication, la seule que je croie capable de rendre compte de ces deux faits.

Mr. de L. Je vous cède tout cela, et je conçois

que des opérations aussi grandes et aussi variées, ces soulèvemens, ces crévasses, ces explosions, ces fracassemens des roches, ces bouleversemens de l'océan, ces incendies de l'atmosphère et la diversité des tems et des lieux, je conçois que tous ces phénomènes gigantesques et terribles, dont l'imagination même ne peut pas saisir l'ensemble, aient pu tout faire.

Mde de L. Dites moi, monsieur de P., si l'imagination même de mon mari ne peut suffire à tout cela, comment ma pauvre tête pourra vous suivre dans ces explications.

Mr. de P. Nous nous tirerons d'affaire, madame, en disséquent le problème, en isolant en quelque sorte chacun de ces grands phénomènes, sans au reste perdre de vue ce qui peut se faire d'ailleurs en même tems et ce qui a précédé. Commençons d'abord par la formation des montagnes et des plateaux.

La cristallisation générale n'a pu, à elle seule en être la cause; elle n'a formé que des enveloppes concentriques. Les soulevemens volcaniques ont fourni les premières traces de ces excroissances. Arrêtons nous un moment aux circonstances qui ont dû les accompagner. Ils ont certainement déplacé une portion de l'océan égale au volume que la caverne a occupé, portion qui a dû s'écouler dans tous les sens de l'inclinaison de la bosse formée et cela avec une vitesse proportionnée à celle avec laquelle la caverne volcanique s'est formée, vitesse qui peut avoir été grande ou petite en raison de l'activité du procès. Voilà donc déja des courants établis, qui n'ont modifié que peu ou point

la nature chimique des cristallisations dans les lieux où ils s'étendoient, par ce qu'ils y ammenoient la même masse fluide dont ces lieux étoient immédiatement couverts. Mais comme ce mouvement arrêtoit le procès de la cristallisation, il :a dû en résulter les *fissures de superposition* et le partage des roches en couches; effet qui dût avoir lieu par tous les courants pendant tout le tems du procès cristallique.

Mr. de R. Vous expliquez celà tout en passent.

Mr. de P. Pourquoi s'y arrêter plus longtems? Mais considérons les masses soulevées elles-mêmes. Elles se trouvent à présent dans une région de l'océan de 2000, 3000, 4000 toises plus haut qu'auparavant; et si nous nous rappellons que la réunion des substances dissoutes avec leurs réagens se fait dans les régions supérieures, et que les produits de cette combinaison s'avancent vers le fond par la marche chimique en progression très lente de saturation, nous concevrons que la cristallisation qui a suivi le soulèvement a dû se faire au sommet des masses soulevées plus rapidement qu'auparavant et que sur les flancs. D'où nous devons conclure que les précipitations suivantes ont déja dû rendre la pente de ces élévations bien plus rapide que le soulèvement seul n'a pu le faire. Bien plus: La hauteur, à laquelle les boursouflures ont élevé les roches formées, a pu atteindre celle où le granite fluide n'existoit plus, là où, par ex:, les calcaires, dissouts dans l'eau par l'action de l'acide carbonique, se trouvoient, et occasionner par là leur cristallisation. Ainsi nous aurons

une couche de *calcaire cristallisé* sur du granite, du gneis ou du mica-schiste avant le phyllade. Supposons qu'après cette cristallisation calcaire d'autres soulèvemens volcaniques, exécutés à d'autres endroits, aient rehaussé l'océan et ammené ici les couches de l'océan qui contenoient du granite liquide, alors le granite, ou le gneus, le schiste micacé ou le phyllade continueront leur première formation, et voilà du calcaire enfermé dans ce que les Géognostes nomment roches primitives. Cette alternation se continuera à la suite aussi longtems que les soulèvemens auront lieu et nous produira le même phénomène dans ce qu'on nomme roches de transition avec cette différence que les calcaires reparoitront plus souvent et gisés entre les phyllades, les porphyres, les traumates etc.

Mde. de L. Vous vous occupez à présent plus de la suite des couches que de la formation des montagnes.

Mr. de P. Ce n'est qu'en passant, comme dit monsieur de R. Nous y reviendrons à la suite. Bâtissons maintenant sérieusement les montagnes. Nous venons de voir que les bosses, produites par les soulèvemens, acquièrent déja plus de talus par les cristallisations qui ont eu lieu après ces soulèvemens. Mais les principes de la cristallisation nous offrent une nouvelle cause de l'augmentation des angles d'élévation. Voyez la figure que je dessine (fig. 84). AB est le fond d'une caverne, ACB le creux, abc sa voûte soulevée, en entier ou avec des fissures. Tirons à sa surface extérieure plusieurs perpendiculaires à cette surface, qui

[redacted]

indiqueront les directions selon les quelles se feront les marches chimiques des substances qui doivent se cristalliser. Or vous voyez que ces perpendiculaires divergent dans l'espace gde et convergent dans les espaces gh et ef. Il arrive donc à la surface des parties supérieures de la voûte une plus grande quantité de substances cristallisables qu'aux surfaces inférieures, et le sommet en reçoit le plus. Ainsi le sommet doit par cette nouvelle raison croître plus rapidement que le reste de la surface de la montagne. Au bout de quelque tems il se sera formé une couche comme pqrso. Ajoutez à cette cause d'élévation du sommet la précédente, qui provient de la différence de hauteur absolue, et vous concevrez comment les couches seulement soulevées ont pu acquérir un talus très élevé ou les montagnes une versée d'autant plus rapide que les effets de ces causes augmentent la grandeur des causes mêmes, comme la vitesse de la chûte s'augmente par la chûte.

Mde. de L. Vous aviez promis de la Mécanique à monsieur de T. Il ne sera pas satisfait de voir la Chimie jouer ici le rôle principal.

Mr. de P. Tant qu'il y a des masses à cristalliser et à précipiter la Chimie ne peut pas être inactive. Et c'est en quoi consiste mon principal secret dans la grande bâtisse que nous entreprenons, de combiner la Chimie avec la Mécanique et la Mécanique avec la Chimie. D'autres Géologistes ont laissé faire la Chimie toute seule pendant des siècles; et ensuite son ouvrage étant fini, ils se sont mis à le détruire. Voilà pourquoi leurs hypothèses ne sont point conformes à la Nature et n' [illegible] presque rien.

[redacted]

Au reste je vais d'abord obéir, madame, à votre ordre et satisfaire monsieur de T. La mécanique va paroitre dans tout son éclat. Voici de nouveau une caverne volcanique ACB (fig. 86), sa voûte AEDFBCA dont la résistance enfin ne peut plus contrebalancer les forces élastiques qui se déploient sous elle au plus haut degré. Elle se rompt sur la ligne DC, et à l'instant d'après à ses bases en AE et en BF. Les deux moitiés s'élèvent (la plus grande avec un peu plus de vitesse) non seulement à leur partie supérieure en arcs de cercle, mais aussi, détachées du fond, à leur partie inférieure. Ainsi ces deux masses immenses sont projettées, avec une force que la théorie des volcans a prouvé être presque infinie, à une hauteur peut-être de plus de mille toises et prennent les positions moins inclinées aedc et bcdf, en vertu de la rotation et de la projection.

Mr. de R. Quels effets gigantesques!

Mr. de P. Arrêtons nous un moment à l'instant où, ces masses énormes ayant acquis leur plus grande hauteur, se trouvent pendant un clin d'oeil sans apui dans l'océan, soutenues par l'équillibre de la force de projection et de leur pesanteur. Les espaces entre E et a et entre F et b forment des ouvertures par lesquelles l'eau de l'océan se précipite dans la caverne, avec la rapidité dûe à la hauteur de plusieurs mille toises, tandis que le gaz et la vapeur se font jour vers le haut entre dc et dc. A présent ces masses retombent, mais pas d'un mouvement simple imprimé par la pesanteur; elles ont encore un peu du mouvement de rotation. Pressées en outre par l'océan, moins à leur partie su-

périeure qu'à la partie inférieure, où de plus elles sont entrainées horizontalement par les courants en Ea et en BF, elles se tournent au tour de leur centre de gravité en même tems qu'elles tombent, et s'avancent l'une vers l'autre par la pression totale latérale de l'océan, de sorte qu'elles arrivent au fond de la caverne à présent comblée, dans les positions presque verticales a'e'd'c', b'c'd'f'; et voilà les montagnes, où les couches de roches ont 60, 70, 80 degrés d'élévation au dessus de l'horizon, formées et placées. Le sommet d' de la petite moitié, se trouvant plus bas que le sommet analogue de la grande, se soustrait à nos fouilles et nous ne voyons que celui-ci former les plus hautes cimes. Vous concevez qu'une variété dans les proportions de la largeur AB des cavernes, de leur hauteur, de l'épaisseur des voûtes, de la longueur des deux moitiés et de la violence de l'explosion doit avoir produit bien des variétés dans les effets. Ici par ex: le sommet de la plus haute moitié a pu dépasser la limite de l'océan, plonger dans l'atmosphère et rester à nud en ne recevant plus d'accroissement; ailleurs il sera resté à 2000 ou 3000 toises au dessous de l'horizon de la mer et aura été recouvert depuis par de nouvelles couches de roches. Ici l'élévation des deux masses a été portée jusqu'à 80 degrés et plus, ailleurs elle n'a atteint que 50 à 60 degrés; ailleurs encore elles ont pu retomber l'une au fond de l'océan et l'autre sur celle-ci; ailleurs enfin l'une des masses, ou bien l'une et l'autre ont pu être renversées et couvrir de leur dos les roches voisines.

Mr. de V. J'ai suivi avec beaucoup d'interêt tous ces effets gigantesques et variés, produits de la Chimie

et de la Mécanique. Mais ne trouvez-vous pas vous-même, monsieur de P., que vous laissez un essor bien libre à votre imagination? Peut-être que mes 72 ans sont ce qui m'inspire cette crainte.

Mr. de L. Il faut de l'imagination dans un système géologique. Plus elle y règne, et plus il me plait. Marcherons-nous dans ce champ de créations à pas de tortue?

Mde. de P. Certainement non, mais à pas réfléchis, et l'observation de monsieur de V. m'effrayeroit sûrement, si je n'étois persuadé que je n'ai fait nulle part violence aux principes, ni forcé les accidents, ni laissé au hazard ce que la théorie doit décider. Placé entre deux écueils, celui d'une symmétrie trop étroite et celui d'une liberté trop vaste, le Géologiste doit soumettre les opérations à la règle géométrique et deviner par l'imagination les conditions du problème. C'est en vertu de cette permission accordée à l'invention que je supposerai que les grandes chaines de montagnes ont été formées par une suite de cavernes dont la position a été déterminée par celle des pyrites sur la surface du noyau de notre globe, que les grouppes de montagnes ont été produites par des grouppes de pyrites, les monts isolés par des masses isolées de pyrites, et que dans les intervalles des grandes masses il y en a eu de moindres qui nous ont livré les volcans éteints et les volcans encore actifs. C'est par le même droit que je supposerai que les mers d'aujourd'hui ont une origine semblable, que des masses immenses et continues de pyrites ont produit des cavernes sur des dimensions

énormes de plusieurs cents lieues, dont les voûtes, rompues par l'action volcanique, n'ont pu se rapprocher assez pour s'adosser et sont retombées sur leur sol natal pour rester éternellement recouvertes par l'océan; car vous sentez que le mécanisme, que je viens de vous décrire ne peut avoir lieu que sur des cavernes de dix à vingt mille toises de largeur au plus.

Mr. de G. Vraiment, si vous bâtissez des cavernes de 300 à 400 lieues et plus, celles de 10000 toises de largeur ne seront que des bagatelles, qui au reste ne nous étonnoient pas peu, je l'avoue, avant que vous nous eutes parlé des autres.

Mr. de P. La Nature, mon cher, est immense pour nous et nous ne pouvons la deviner sûrement qu'en visant au grand. Le Créateur seul, dont la main toute-puissante a lancé les planètes dans leurs orbites et ordonné toutes les masses de l'Univers, voit du même oeil et les cavernes de mille lieues et les géodes d'une pouce de diamètre. Il a crée les lois qui produisent les unes et les autres avec la même facilité.

Mde. de L. Oui! la Physique est une science sublime; elle élève l'entendement humain et fournit un des plus beaux appuis de la croyance à l'Etre suprème.

Mr. de P. Continuons nos recherches géologiques et voyons d'abord comment il a pu se former tant de débris de roches que nous observons encore aujourd'hui. La Mécanique contribuera à la solution de ce problème. Les dévastations des tremblemens de terre qui accompagnoient les opérations volcaniques, les ex-

plosions des cavernes, dont les voûtes furent souvent brisées dans leur rechûte, et dont bien des morceaux furent lancés aux environs, les torrents et les remous qui se formèrent dans l'océan et heurtèrent avec fureur les éminences déja formées, ces torrens sur tout, produits par la destruction des voûtes qui couvroient précédemment des terrains d'une surface égale à des mers entières — voilà sûrement des causes bien puissantes de dévastation et nous ne devons plus être étonnés de voir non seulement des pierres et des quartiers de roches détachées et menées çà et là, mais même de trouver nombre de montagnes déchirées, percées et comme coupées en deux à l'endroit où elles étoient le moins épaisses. Nous concevrons que c'est à de pareilles opérations de la Nature que nous devons un grand nombre des vallées d'aujourd'hui, les ravages que la plupart d'entre elles ont essuiées et les lits de tous nos fleuves et rivières.

Mr. de T. Permettez moi de vous proposer un doute sur la violence de ces torrents. Il me semble qu'un creux, quelque grand qu'il soit, se remplit bientôt lorsque l'eau lui vient d'un océan entier [illegible] mille toises de hauteur, et que par conséquent [illegible] courans ne doivent pas [illegible] grandes étendues, et n'ont pas même eu le tems de causer des dévastations considérables.

M. de P. Veuillez vous rappeler [illegible] d'Hydraulique, que l'eau [illegible] arrive que dans la région [illegible] couches supérieures et inférieures [illegible] besoin. Veuilles à présent calculer la vitesse [illegible]

hauteur de 5000 toises; vous la trouverez être de plus de 13400 pieds dans une seconde, c. à. d. plus de 8 fois la vitesse d'un boulet de canon. Essaiez en outre de calculer la masse d'eau qu'il a fallu pour remplir la mer atlantique ou toute autre de même grandeur. Enfin n'oubliez pas que, lors de ces grandes catastrophes, le fond de l'océan étoit déja inégal, parsemé de montagnes et de collines, qui, en resserrant les lits de ces courans, augmentoient leur vîtesse, et qu'après ces chocs sou-marins de l'eau au dessus du goufre où elle se précipitoit, il y a eu des reflux presque aussi violents que les courans primitifs,

Mr. de T. Vous me citez tant de causes que je ne sais plus que répondre,

Mr. de P. Néammoins je suis loin d'attribuer à ces causes violentes seules les destructions dont nous voyons tant de vestiges. Il a dû exister une autre cause plus secrète et non turbulente, qui a préparé les effets des forces mécaniques. C'est l'action, lente à la vérité, de l'eau et des principes chimiques qu'elle contenoit sur les roches, sur tout sur les schistes et particulièrement sur le phyllade, puis sur les porphyres, les traumates et autres roches qui se formèrent après celles-là. Ces roches ont dû peu à peu se déliter, non seulement à leur surface, mais aussi à l'intérieur, partout où le liquide dissolvant pouvoit pénétrer,

Ajoutez à cette puissante cause une seconde qui est antérieure à celle-là et a peut-être contribué d'avantage aux grands dévastations dont nous nous occupons, un certain degré de mollesse que bien des roches, dures

aujourd'hui, ont dû avoir lors de leur formation et longtems après. Telles furent assurément celles qui, contenant beaucoup de chaux non cristallisée, d'alumine et et d'autres terres non cristallisables, ont empêché la silice de se former en cristaux d'une certaine grandeur, par ex: les phyllades, les porphyres, les traumates, les roches calcaires non cristallisées. Toutes ces roches, plutôt des dépots que des cristallisations, n'ont sûrement acquis leur dureté actuelle que par le tems et se sont prêtées facilement à l'action des courans. Ainsi les causes mécaniques subvenantes ont trouvé l'ouvrage à moitié fait, et nous devons être moins étonnés de leurs prodigieux effets que l'observation atteste même pour les granites.

Considérez par ex: les masses de granite du Fichtelberg. C'étoient des couches horizontales, traversées par mille crévasses. Elles ont, au moins les supérieures, 5 à 6 pieds d'épaisseur. L'action du dissolvant les a délitées dans les fentes et dans les fissures de superposition et c'est vraisemblablement un violent tremblement te terre qui les a démolies et changées en un tas de ruines, qu'une épaisse mousse couvre aujourd'hui. Mais il en est resté quelques pilastres à pic, de 60 pieds de hauteur et plus, dont les parties, qui toutes ont conservé leur gisement horizontal, ont perdu leurs angles et leurs arêtes, de sorte qu'elles offrent l'image d'antiques matelas posés les uns sur les autres.

Mde. de L. Sur les quels je me trouverois fort mal couchée.

Mr. de P. Je n'en doute nullement, et suis de

même persuadé que vous désireriez encore moins, madame, faire les voyages qu'ont fait les blocs et les pierres de granite que l'on trouve si fréquemment dans des contrées fort éloignées des roches de cette espèce. Quelques uns de ces voyages, les plus petits peuvent s'expliquer par la chûte du sommet de montagnes autrefois très élevées. Mais on en trouve qui ont évidemment dû passer de profondes vallées pour se loger de l'autre côté. Pour ceux-ci l'on a imaginé de violents courans de mer dans une direction à peu près perpendiculaire à celle de la vallée, qui a fait faire à ces blocs le saut périlleux lorsque la vallée et les montagnes étoient encore couvertes d'eau. Cette explication est soutenable pour des sauts de quelques cent toises ou de mille de toises au plus. Mais celui qui a ammené les granites de la Suède jusques en Prusse au travers de la vallée que nous nommons aujourd'hui la mer baltique, large de plus de 40 milles géographiques ou de 152000 toises, ce doit avoir été un joli saut.

Mr. de L. Comment expliquez vous ce phénomène?

Mr. de P. Tout naturellement. Ces débris de granite ont fait leur voyage lorsque le terrain de la baltique ne s'étoit pas encore enfoncé, mais faisoit en quelque sorte l'avant-toit ou le glacis des monts de la Suède; ils l'ont fait à l'aide de courans qui venoient de ce côté là. — Mais nous avons encore les montagnes de moindre hauteur à construire, après être venus à bout des plus élevées.

Mde. de L. Il me semble qu'elles peuvent avoir

été construites de la même manière et qu'il ne peut pas avoir été plus difficilè à la Mécanique et à la Chimie de construire de petites montagnes que de grandes.

Mr. de P. Plusieurs montagnes de moindre hauteur doivent assurément leur existence au même mécanisme. Mais il en est d'autres qui ont leur origine dans une toute autre cause. Représentez vous les grands courans cités si souvent et les flux et reflux qu'ils ont causés dans de vastes portions de la mer et vous concevrez qu'en chariant tant de débris les uns en masse, les autres en parties très déliées et délayées dans l'eau, il a dû ça et là se former des monticules de ces débris, combinés avec les produits de la cristallisation et de la précipitation alors encore actives. Une petite élévation étant formée, elle porte en soi un double germe d'aggrandissement, d'abord un point fixe qui arête les nouveaux débris, qui sans elle passeroient outre, en second lieu son site plus élevé que la plaine et qui par là sollicite uue cristallisation plus abondante. C'est ainsi que se sont formées les traumates. Vous sentez que ces accumulemens peuvent varier entre eux très considérablement, s'étendre plus ou moins en longueur ou largeur, selon la direction et la force des courans. Enfin vous voyez aisément que les montagnes déja formées par les actions volcaniques ont servi de points d'adossement à ces masses chariées, et qu'il a dû de règle se former à côté des dômes élevés et des pics, des montagnes d'un ordre inférieur et d'une formation postérieure. Si vous ajoutez à cela que les opérations volcaniques ont travaillé le sol en différents lieux et surtout en différents tems, vous concevrez la prodigieuse variété que nous

observons dans l'élévation, l'étendue, l'emplacement et la figure des montagnes.

Mr. de T. A quoi l'on peut, à ce que je crois, ajouter les dévastations, que les courans, les tremblemens de terre et même les éruptions volcaniques, ont produites dans les montagnes de cette formation, toutes causes qui ont formé de nouvelles montagnes d'une formation encore postérieure; les courans ont dû en outre creuser de nouvelles vallées et approfondir ou combler, en tout ou en partie, celles que la position des montagnes avoient formées.

Mr. de L. J'avoue, et notez vous bien, madame, cette fois-ci, également très volontiers, que la multiplicité de causes et l'abondance de forces que ce grand tableau des opérations mécaniques nous offre, peuvent complettement suffire à l'explication des formations et des bouleversemens que l'écorce de notre globe a subies pour devenir ce qu'elle est.

Mr. de P. Je vais sur le champ profiter, mon Général, de cet excès d'indulgence pour traiter les différentes espèces de gisement.

Mr. de L. La chose ne sera pas difficile; car elles se trouvent déja toutes faites dans le tableau que vous nous avez offert aujourd'hui.

Mr. de P. Si cela est, permettez moi de vous inviter tous, messieurs, à expliquer, chacune de vous, un de ces gisemens. Commençons par le phénomène de *l'inclinaison des couches.*

Mr. de L. Les moindres inclinaisons ont eu lieu par

l'action simple du soulèvement volcanique; les gr inclinaisons par les explosions qui ont élevé les p supérieures des parties des voûtes brisées. Ce son croutes de pâté feuilleté que le couteau volcaniq mises de bout.

Mr. de P. Fort bien; mais les feuillets de ce doivent, selon notre théorie, être pour la plûpart épais à la partie supérieure qu'à l'inférieure; et ce dant l'observation nous dit que pour la plûpart ils d'une épaisseur assez égale, et cela se constate da couches de quelques pouces comme dans celles de sieurs toises d'épaisseur.

Mr. de L. Ici il faut du calcul; mais quoiqu ne soit pas mon fait, je veux cependant m'essayer fois dans cette partie. Vous m'accorderez sûre que la longueur des moitiés de voûtes élevées est sommet de nos montagnes jusques à la surface du n du globe, au moins de huit à dix mille toises, et serez satisfait que je vous accorde que chaque couc sa partie supérieure ait une épaisseur double ou t de celle qu'elle a à sa partie inférieure. Cela étant mis, il est clair que la diminution d'épaisseur d couche sur une hauteur de 1000 toises et sur une ép seur de quelques toises sera très peu considérabl *peut* échapper à l'observation du Géognoste; et si l servation n'a pu avoir lieu que sur de plus petites mensions, cette différence d'épaisseur *doit* lui a échappé.

Mr. de P. Je ne lâche pas encore prise, Géné Il est des cas où les couches ont à leur partie supérie moins d'épaisseur que vers le bas.

[redacted]

Mr. de L. Si dans le tems que cette couche se formoit il règnoit un courant qui en balayoit le sommet, alors la cristallisation n'a pu avoir lieu à la partie supérieure, tandis qu'elle se continuoit dans la partie inférieure que ce courant n'affectoit pas.

Mde. de L. Mon pauvre mari sue de ces explications. Catéchisez aussi, monsieur de P., quelques uns de ces autres messieurs.

Mr. de P. Fort bien, madame, et permettez moi de m'adresser d'abord à vous. Reprenons nos anciennes figures et considérez ici (fig. 77.) le *gisement en forme de dôme*. Voudriez-vous bien me l'expliquer.

Mde. de L. Me voilà remise de ma frayeur, car je craignois que vous ne me donnessiez une tâche difficile. L'action volcanique a soulevé la voûte de son foyer sans la faire sauter, et le procès général de la cristallisation a ajouté de nouvelles couches qui se sont déposées tranquillement.

Mr. de P. Passons au *gisement en forme de manteau* (fig. 78.).

Le Comte C. C'est un gisement en forme de dôme, dont la partie supérieure a été dégradée par le délitement et les courans. La partie intérieure, composée de roches plus dures que les extérieures, a résisté plus ou moins et formé cette prééminence conique.

Mr. de P. Cette explication est celle qui se présente d'abord. Mais il est des cas où il seroit difficile de l'admettre, par ce qu'il faudroit supposer des dégradations trop considérables.

Mr. de G. Permettez moi de me charger du *gisement en éventail*, sur la trace du quel monsieur de T. vient de me conduire. Il ne s'agit que de faire le hiatus plus grand; et nous le trouvons même tout fait dans la figure (86) où monsieur de P. nous a dessiné le fracassement des voûtes. L'angle d'c'd' nous l'offre, et nous pouvons même l'agrandir en supposant que les deux moitiés de voûte sont retombées plus également que la figure ne l'indique, de sorte que les points c et c' fussent plus rapprochés l'un de l'autre. Le remplissage s'est alors fait par la cristallisation sur les deux surfaces c'd' et c'd' à la fois, et les couches ont dû être vers le haut plus épaisses que vers le bas, non seulement par ce que celles-là plongeoient dans une partie de l'océan plus élevée et plus riche en substances cristallisables, mais sur tout par ce que, si l'on prend un point quelconque C dans l'intérieur de l'angle et qu'on abaisse de là des perpendiculaires CB et CD sur ses côtés, indiquant les directions des marches chimiques, ces distances seront plus petites que la distance CA au sommet de l'angle. Ainsi les substances cristallisables arriveront plus tôt sur les flancs du creux que vers le fond. Et comme en outre la portion d'eau qui contient ces substances augmente de hauteur avec la largeur et en contient une plus grande quantité dans les régions supérieures que dans les inférieures, il est clair que les couches cristallisées doivent acquérir vers le haut une plus grande épaisseur en progression très rapide et former l'éventail.

Mde de L. Comme vous donnez dans la Géométrie, monsieur de G.!

Mr. de P. Tout en applaudissant à cette belle application de la Géométrie je trouve que monsieur de G. se met trop en frais pour construire l'angle de son éventail. La Nature l'a fait souvent de bien d'autres manières; car il suffit pour cela de deux monticules placés l'un près de l'autre et en direction à peu près parallèle, phénomènes que nous retrouvons si souvent dans nos chaines de montagnes.

Mr. de R. Si je veux expliquer quelque chose, il faut m'emparer bien vîte du *gisement différent*, le seul qui me reste. Mais la figure (82) que monzieur de P. nous a dessinée, ne me laisse presque plus rien à dire. La montagne A s'est formée par voye d'éruption et a ensuite été paisiblement recouverte sur toute sa surface par les cristallisations et précipitations subséquentes.

Mde. de L. Eh bien nous voilà tous contents. Nous avons tous expliqué quelque chose; nous pouvons nous vanter tous d'être Géologistes.

Mr. de P. Je suis charmé, madame, que cette soirée, la plus longue de toutes, se termine si gaiement. Tout en désirant vous offrir le tableau des bouleversemens et des créations de la Mécanique, je craignais fort que sa longueur ne vous ennuiat.

Mde. de L. Si quelque chose au monde peut fixer l'attention et commander l'intérêt, c'est sûrement l'histoire de ces opérations étonnantes de la Nature.

[redacted]

L'océan, tel que monsieur de P. nous l'à décrit dans le tems de la précipitation et de la cristallisation générales, devoit être composé de diverses couches quant aux matériaux qu'il tenoit encore en solution.

Mr. de P. Assurément, et je me réserve de vous décrire encore aujourd'hui l'ordre de ces couches.

Le Comte C. Je pense donc qu'une élévation considérable, causée subitement par l'action volcanique, porte son sommet dans une région où la cristallisation et la précipitation produisent une ou plusieurs couches qui n'ont rien de commun avec celles qui se formoient dans les parties basses de l'océan. Si cette opération a eu lieu à différents points du globe, ici pendant la formation du granite ou du gneus, là pendant celle d'un porphyre ou d'une roche amphibolique ou calcaire, l'on conçoit aisément que cette nouvelle formation se trouve gisée indistinctement sur plusieurs espèces de roche.

Mr. de P. Fort bien, messieurs. Mais les alternances? Comment les construirons-nous? Comment ferons-nous succéder par ex: du granite à des schistes, après que les schistes ont succédé au granite, ou bien le syénite au porphyre, et cela à plusieurs reprises?

Mr. de L. Je m'eu charge. Je vais faire danser les montagnes, les chaines et les plateaux. Supposez une élévation formée et qu'en suite l'action volcanique ait causé dans la voûte de cette boursoufflure gigantesque une rupture qui émette du gaz et de la vapeur et laisse passer une bonne portion d'eau. Alors, l'élasti-

cité de l'intérieur étant affoiblie par ces deux causes, la voûte s'abaisse, la crévasse se resserre et se cimente par la continuation de la précipitation générale, qui forme à présent une couche correspondante à la moindre hauteur de la boursouflure. Quelque tems après l'action volcanique, augmentant de nouveau l'élasticité du gaz et de la vapeur, relève de nouveau la voûte et recommence le jeu précédent. Ainsi il doit se former plusieurs couches alternantes, plus ou moins proches-parentes l'une de l'autre, à raison des différences de hauteur des soulèvemens.

Mr. de V. J'acquiesce à cette danse des montagnes, les volcans d'aujourd'hui en attestant la vérité par la fréquence des éjections et des tremblemens. Le volcan, je l'avoue, ne s'élève pas sensiblement; mais c'est par ce qu'il a un débouché par lequel il émet du gaz, de la vapeur et des laves.

Mr. de P. Voici un autre problème: Les Géognostes nous ont fait connoitre des formations, soit de même nature, soit analogues, répétées en différents lieux sur des bases très différentes. Tel est, par ex: le calcaire du Jura, qui ici couvre immédiatement le plus ancien granite et ailleurs en est séparé par une vingtaine de roches qu'ils nomment secondaires; telle est encore la traumate qui quelquefois est couverte de granite nommé de transition, et très souvent couvre des calcaires remplis de madrépores qu'on compte au nombre des dernières formations. Ces faits surprenants, que le Géognoste n'eut jamais deviné, qu'il ne croiroit pas s'il ne les avoit observés si souvent, ébranlent le système

géognostique qui se base sur l'âge des formations; et l'on agite à présent la question si ces roches, qu'on retrouve par dessus et par dessous des formations d'âges si différents, forment elles-mêmes une formation du même âge, ou si les unes de ces roches de même espèce sont plus jeunes que les autres. La Géognosie ne pourra jamais résoudre ce problème.

Le Comte de L. Notre Géologie, si je vous ai bien compris, se soucie peu de l'âge des roches et de la simultanéité des formations. Elle entreprend de décrire comment les roches se sont formées dans l'ordre et le gisement que la Géognosie lui livre, et statue à cet effet que l'océan, pendant le tems de grand procès de la précipitation générale, contenoit à diverses profondeurs les matériaux de différentes espèces de roche en état de solution et rangés dans un certain ordre prescrit par les lois de la Chimie, et qui a été bouleversé plus ou moins en certains lieux et à différents tems par l'action volcanique. Ainsi il peut s'être établi à tel lieu une élévation d'une forme et grandeur quelconque dans le tems où il ne s'étoit encore formé que du granite primitif et ailleurs dans le tems où ce granite étoit déja couvert de couches nombreuses d'autres roches. Si les deux élévations avoient atteint la même hauteur dans l'océan, elles se se couvroient de la même espèce de roches; si les hauteurs n'étoient pas égales, la nouvelle roche qui se déposoit ici ne pouvoit être que proche-parente de celle qui s'étoit déposée là.

Mr. de P. Je suis charmé, messieurs, de voir avec quelle facilité vous pénétrez le système géologique, et

je dois vous dire, monsieur le Comte, que vous venez d'expliquer, sans le savoir, un autre phénomène géognostique connu depuis peu sous le nom des *équivalens* ou *formations parallèles*. Ce sont des roches qui ne sont pas tout-à-fait d'égale nature, mais comme vous les nomonez, proches-parentes, qui, selon l'expression de d'Aubuisson, se représentent les unes les autres dans les suites.

Mr. de V. Je ne comprends pas cela tout-à-fait.

Mr. de P. Imaginez une suite de roches quelconques observée par ex: dans le nord de la France, dont le calcaire du Jura ou la diabase forme un chainon; que la même suite se retrouve au midi de l'Angleterre, avec cette différence que les deux chainons nommés y soient remplacés par du calcaire alpin et un porphyre amphibolique, alors le calcaire alpin et le porphyre sont les représentans du calcaire du Jura et de la diabase.

Mr. de V. A présent que je crois vous avoir compris, il me semble que ces représentans ou équivalens peuvent encore s'expliquer par des courans qui ammènent d'un côté de la masse soulevée des matières étrangères, qui, mêlées à celles du lieu, produisent une différence plus ou moins grande dans les parties constituantes de la roche qui se forme.

Mr. de G. Cela me paroit juste, et je crois que l'on ne doit pas s'astreindre en Géologie à une seule explication pour tel ou tel phénomène géognostique.

Mr. de P. Je ne puis vous contredire précisément là-dessus. Mais je pense qu'il ne faut user de cette per-

mission qu'avec réserve, et que, nommément ici, il pourroit très bien exister des différences sensibles entre les équivalens formés à la manière que monsieur le Comte a énoncée et ceux qui doivent leur existence au mode de monsieur de V.

Mais le détail de cette discussion nous mèneroit trop loin. Nous voulons plutôt retourner à l'océan tel que je vous l'ai dépeint avant hier, et le considérer sous l'influence combinée du procès de la précipitation générale et des mouvemens qui lui ont été imprimés, nouveau cahos beaucoup plus compliqué que le précédent. Recherchons les traces des opérations chimiques et mécaniques qui ont dû avoir lieu en vertu de nos principes, pour en déduire, autant que possible, la nature des roches qui ont été formées pendant ces grands bouleversemens. Je dois au reste vous rappeler de nouveau que nous ne partons pas ici d'une époque fixe, que ces nouvelles formations ont eu lieu à différents tems et en différents lieux, et que si nous les séparons des formations antérieures, ce n'est que pour les observer mieux.

Mde. de L. Pourrai-je, monsieur de P., vous suivre dans ces nouvelles créations encore plus compliquées. Je le désire fort, mais je crains que ma chétive tête de de femme n'y suffise pas.

Mr. de V. Nos têtes d'homme ne sont pas non plus trop à leur aise.

Mr. de P. Rassurez vous, madame. Si la Nature d'un côté aime à se voiler à l'oeil du vulgaire, elle cède d'ailleurs volontiers aux efforts de l'attention et au zèle

de la méditation, pourvu qu'on ait la patience d'analyser son travail et qu'on ne veuille pas tout expliquer à la fois. Prenons le crayon (fig. 87) pour fixer nos idées par une image.

La couche inférieure que je vous dessine représente les couches déja formées de quarz, de granite et de schistes dans leur ordre et gisement naturels avant leur bouleversement; l'océan avec sa limite supérieure et inférieure se trouve par dessus, et nous le partageons en diverses colonnes pour fixer son état à différents égards. D'abord nous savons que dans la marche des substances chimiques, qui se combinent par l'affinité, il doit exister des limites, là où l'acide est arrivé pour s'unir aux bases. Or nous savons de plus que la marche des acides est en général plus rapide que celle des alkalis et que différents acides marchent avec plus ou moins de vitessse les uns que les autres; ce qui doit produire pour chacun d'eux une limite particulière. Comme la majeure partie de la silice est déja cristallisée en forme de quarz, de granite et de schistes, la limite de l'acide fluorique doit se trouver fort près des roches formées. L'acide muriatique, arrivant plus lentement, aura sa limite plus haut et l'acide carbonique aura la sienne encore plus haut. Ainsi l'océan se trouve partagé en quatre couches qui se distinguent les unes des autres par la nature des substances non encore précipitées. La plus inférieure contiendra encore de la silice pure, de l'alumine et des oxides, ces deux derniers combinés à la potasse. La seconde contiendra de l'alumine et des oxides dans la même combinaison. La troisième et la quatrième doivent être dépourvues de ces substances.

Le Comte C. Permettez moi de vous demander où se trouve la chaux.

Mr. de P. Vous avez sûrement, monsieur le Comte, pris les calcaires en affection, apparemment par ce qu'ils contiennent le plus de restes de l'ancien monde organique sur le quel vous vous plaisez à diriger vos méditations. Cependant je dois vous prier d'avoir encore patience, voulant traiter les calcaires tout-à-fait à part, par ce qu'ils ont été produits par une double opération chimique. Nous voulons marcher pas à pas.

Le jeune de L. Mais il me semble, à juger par votre dessin que la première couche de l'océan est bien étroite. Où prendrez-vous toute la silice qu'il vous faudra pour composer les roches qui ne sont pas encore faites?

Mr. de P. Vous vous étonnerez encore d'avantage si je vous assure que même je pourrois au besoin me passer tout-à-fait de cette couche. Vous allez sentir cela en passant à l'examen de la seconde colonne, où j'ai placé les produits des combinaisons, les sels, avant leur cristallisation et pendant leur marche chimique. La couche inférieure n'en contient encore aucuns. La seconde contient le sel de silice, notre silice d'aujourd'hui, encore liquide. La troisième et la quatrième contiennent ce même sel et du sel marin, mais en proportion toujours plus petite vers le haut, ces sels se formant aux limites des acides et voyageant de là de bas en haut comme de haut en bas. C'est cette portion de sel de silice qui marche vers le haut de l'océan, qui forme le réservoir où je puiserai ce qu'il m'en faudra pour la composition des roches de formation postérieure.

Mr. de L. Vous êtes riche en expédiens.

Mr. de P. Non pas; mais la Nature est si féconde en moyens que l'imagination même ne suffit pas pour la suivre dans ses productions aussi variées qu'immenses. Considérez au reste cette miniature des couches de l'océan, que je viens de faire, non comme le tableau d'un état fixe, mais comme un tableau mouvant, où les couches changent d'épaisseur non seulement par l'action continuée du procès de la précipitation générale, mais aussi par l'effet des soulèvemens et des affaissemens qui ont eu lieu à différents tems et en différents lieux, et par les courans. N'oubliez en outre pas que ces limites, exprimées par des lignes, ne sont pas des surfaces géométriques qui tranchent rigoureusement les couches. Ce sont des limites indéfinies où les couches voisines se mêlent, par les mouvemens internes de l'océan que cause l'action volcanique, lente ou précipitée.

Mr. de L. Voilà une nouvelle source de variations dans les produits, et surtout une nouvelle cause de passages d'une roche à l'autre, qui formera des couches de roches très minces.

Mr. de P. En effet: Supposez que la voûte d'une caverne s'élève jusques à porter sa surface dans la limite de l'acide muriatique où le sel de silice de la couche supérieure soit mêlé à l'alumine et aux oxides de la couche inférieure, mélange qui peut produire du granite; et voilà une couche de granite sur du phyllade ou du siénite; et comme quelque tems après cette voûte s'affaisse de nouveau par le rallentissement du procès volcanique et se relève après, il doit se former une nouvelle suite

qui commence au granite et se continuera par des schistes ou par d'autres roches selon la nature des couches liquides où se font les cristallisations et les précipitations. Supposez que la voûte d'une caverne s'élève jusques dans la couche qui ne contient plus d'alumine et d'oxides, elle se couvrira là d'une couche de quarz qui peut être très mince à proportion de la briéveté de son séjour à cette hauteur; et quand elle se rabaissera elle se recouvrira de nouvelles couches appartenantes plus ou moins à la suite qu'elle a commencée. Cette Mécanique explique par ex: les minces couches de quarz qu'on retrouve souvent au milieu du granite et d'autres roches. Ajoutez à cela que les mouvemens de l'océan, ses soulèvemens et abaissemens et ses courans ammènent souvent des couches liquides à tel ou tel endroit étrangères à ce lieu, et vous concevrez, encore mieux qu'auparavant, comment les suites des roches ont été interrompues par des couches étrangères, comment elles ont pu se répéter et même devenir inverses jusqu'à un certain point.

Mde. de L. Vous savez, mon cher monsieur de P., que je suis toujours brouillée avec les inverses. Permettez moi donc de vous prier de m'expliquer comment ces suites inverses peuvent se former.

Mr. de P. Bien volontiers, madame. Supposez que le grand procès chimique en soit à faire du phyllade et que parconséquent la surface, sur laquelle cette roche se dépose, plonge dans la couche liquide contenue entre la limite de l'acide fluorique et celle de l'acide muriateux. Si cette surface s'élève par l'action

volcanique jusqu[illegible]
elle se couvrira [illegible]
d'avantage, alors i[illegible]
suite inverse de la suite [illegible]

Cherchons à présent [illegible]
de plusieurs autres espèces qu[illegible]
nommées ont pu se former [illegible]
des plus difficiles, les porphyres [illegible]
pâte en général est assez facile [illegible]
masse presque granitique, ou l'on [illegible]
guer les grains et dont la suite [illegible]
phyres terreux. La partie cristallisée [illegible]
est du feldspath ou de l'amphibole [illegible]
chargés d'oxides et de terres non [illegible]
rentes proportions; et vous concevrez [illegible]
langes si vous supposez que les [illegible]
courans ayant mêlé une partie de [illegible]
alumines et des oxides avec une partie [illegible]
périeure qui ne contient de [illegible]
du sel de silice.

La formation des grains [illegible] plus difficile à ex-
pliquer. L'observation [illegible]
stallisés et de règle [illegible]
ble qui, conjointement [illegible]
forme la pâte. Nous [illegible]
dire qu'une cause [illegible]
cristallisation, fait que [illegible]
arrivée au fond où [illegible]
attiré le feldspath ou l'amphibole [illegible]
ont causé la formation des grains. [illegible]
messieurs?

Mr. de L. Je n'aime pas l'obscurité d
cultes.

Le Comte C. Moi non plus; et il me se
tre que la surface, sur laquelle la cristallis
faire, offre tant de points à ce procès que l
ne pourroient avoir que des grains très p
qu'ils sont en effet souvent d'une pouce de

Mr. de P. Si cela est, monsieur le C
devez admettre que cette cristallisation n'a
au fond de la mer.

Le Comte C. Assurément. Mais je n
commander ailleurs, tout l'océan n'offrant p
fixes pour cela.

Mr. de P. Faut-il donc des points fi
cristallisation, et ne suffiroit-il pas d'avoir
cules solides d'une grandeur déja palpable?

Le Comte C. (étonné.) Voilà le secret d
ravages des courans ont brisé des fragmens
dont les plus fins nagent longtems dans l'oc
au liquide qui contient les substances dont l
se compose, ils ont dû occasionner des cris
partielles et isolées de feldspath ou d'amph
bord de volume presque insensible, mais qui s
la chûte, rencontrant dans leur route toujou
velles substances cristallisables, jusqu'à ce qu
au fond, ils ont été enveloppés par le reste d
qui a formé la pâte.

Mr. de L. Vous faites grêler des cristaux
monsieur le Comte?

Mr. de P. Cette expression est aussi juste et aussi bien imaginée que l'explication de monsieur le Comte, qui s'appliquera encore aux cristallisations isolées qu'on retrouve assez souvent dans d'autres roches. Au reste je doute que les grains de chaque porphyre aient acquis, comme la grêle de notre atmosphère, toute leur grosseur en tombant; car leur chûte accélerée eut devancé de beaucoup la pâte porphyrique et formé une couche de grains isolés, liés tout au plus par une portion à peine sensible de cette pâte. Je crois que les grains, arrivés au fond pendant que celle-ci se précipitoit, ont continué leur cristallisation dans cette pâte encore très molle en lui enlevant une portion notable de sa matière cristallisable. Ce dût être le cas spécialement pour ces porphyres dont les grains s'allient par des passages à la pâte, de sorte qu'on ne peut assigner avec précision les limites entre l'un et l'autre. D'autres porphyres à petits grains très nombreux, isolés dans leur pâte, ont eu par contre la formation que monsieur le Comte a décrite. Ainsi le porphyre est né d'un mélange qui, d'après ses principes constituants, eut pu former presque du granite ou un syénite, selon que la partie cristallitable étoit du feldspath ou de l'amphibole. Mais cette cristallisation partielle, a enlevé à la masse une partie de la substance cristallisable pour en faire des grains de feldspath ou d'amphibole et le reste s'est trouvé trop maigre pour se cristalliser au fond de l'océan et a dû fournir une pâte approchante plus ou moins d'une substance cristallisée en raison de la quantité de silice qui lui restoit.

Le jeune de L. Permettez moi d'objecter contre

le principe de cette hypothèse que, s'il suffisoit d'une matière concrète pour produire au milieu de l'océan des cristallisations partielles, il auroit dû s'en former aussitôt que l'alumine et les oxides commencèrent à se précipiter; car ce sont des substances concrètes; et nous aurions eu dès lors des grèles de quarz et par conséquent des porphyres au lieu de phyllades.

Mr. de P. L'objection paroit forte; mais j'y réponds par mes expériences sur la cristallisation de la chaux. J'avois mêlé au fluide de quelques unes du tournesol, qui, comme vous savez, conserve sa propriété concrète quoique mêlé à l'eau; et je n'ai point observé qu'il se soit formé des cristallisations au milieu du liquide. Car si cela eut été, ces cristaux ne se fussent pas attachés au fond et aux parois du vase, mais se seroient déposées uniquement sur le fond en forme de sable très fin.

Mr. de V. Il me semble qu'après cette explication de la formation des porphyres le reste ne sera pas difficile à faire.

Mr. de P. Assurément si nous nous restraignons aux couches qui ont été le résultat immédiat du grand procès chimique et des révolutions. Les *amphibolites* par ex: sont évidemment nés d'un mélange des deux couches liquides contenues entre les limites des trois acides et où la chaux a déja pu pénétrer. La *traumate* paroit être un produit surtout des opérations mécaniques, puisqu'elle n'est faite que de fragmens d'autres roches, agglutinées par une matière argileuse, qui elle-même n'est peut-être que du phyllade délité, d'au-

tant plus que le phyllade fait une grande partie des fragmens dont cette roche se compose. Elle est le produit d'une révolution violente, qui a charrié ces débris sans laisser au procès chimique le tems d'y mêler une quantité sensible de ses produits immédiats. Au reste je ne doute pas qu'il n'existe mainte roche, proche parente de la traumate, qui en aura reçu une portion notable. Mais je suis trop peu Géognoste pour vous en citer. Les autres *grès* ont une formation semblable.

Mr. de R. Vous allez vite en besogne. Toutes ces roches paroissent vous couter moins de peine qu'à la Nature.

Mde. de L. Quant à moi, je ne puis qu'admirer toutes ces explications. Mais j'admire encore davantage la patience de monsieur le Comte, qui ne se lasse pas d'attendre l'arrivée de ses favoris, les *calcaires*.

Mr. de P. Je voulois, madame, mettre cette patience (que vous admirez si volontiers, par ce que la vôtre se lasse peut-être aussi de cette attente) à quelques épreuves encore. Mais cette considération me fait changer d'avis et je vais mettre sur le champ les *calcaires* à l'ordre du jour, espérant vous satisfaire en même tems que monsieur le Comte.

Mde. de L. Je vous pardonne d'avoir deviné un peu malicieusement mon secret. Voyons.

Mr. de P. Observons d'abord où la chaux devoit se trouver et en quel état, et commençons par la couche supérieure. Là elle devoit être combinée à l'acide muriateux hydrogéné; l'acide carbonique, qui s'y trou-

voit en même tems, ne pouvoit s'unir avec elle et restoit dans sa couche sans autre combinaison qu'avec l'eau. Dans la couche suivante la chaux formoit également un muriate. Dans la troisième elle ne pouvoit que former un fluate de chaux; dans la quatrième elle étoit dans l'état de chaux pure, aucun acide n'ayant pénétré jusques là. Notre problème consiste donc à changer ces deux sels, le muriate et le fluate en carbonate de chaux. Le réagent qui s'offre d'abord, c'est l'acide carbonique; mais il ne suffit pas, par ce que cet acide ne décompose ni les muriates ni les fluates. Et en outre, s'il avoit pu le faire, il seroit resté une surabondance d'acide muriateux hydrogéné et d'acide fluorique que nous ne retrouvons pas dans l'océan d'aujourd'hui. Il est vrai qu'il contient du muriate de chaux, mais en si petite quantité (environ $\frac{1}{10}$ du poids des autres sels) qu'il semble ne se trouver là que pour nous indiquer que précédemment cette combinaison de la chaux existoit en plus grande quantité.

Comme nous ne trouvons point de fluate de chaux liquide, nous devons admettre que ce fluate a dû être décomposé totalement par la quantité de silice pure qui se trouvoit dans l'océan, ou qu'une partie de ce sel a été cristallisée quelque part. Ce dernier cas a lieu; car nous trouvons quelques roches de ce fluate, la seule source où nous puisons l'acide fluorique. Quant au muriate de chaux, nous devons chercher le réagent, qui, conjointement avec l'acide carbonique, a pu le décomposer, dans la soude, ou plutôt dans le carbonate de soude qui tenoit l'alumine et les oxides en solution; car nous ne retrouvons ni de la soude libre ni du carbo-

nate de soude dans l'océan d'aujourd'hui.

Ainsi, lorsque les roches calcaires commencèrent à se former, l'océan contenoit dans sa couche supérieure du muriate de chaux et de l'acide carbonique provenant de l'atmosphère, dans la seconde couche du muriate de chaux et du carbonate de soude, dans la troisième de la chaux pure (la silice pure ayant décomposé le fluate de chaux) et du carbonate de chaux, enfin dans la quatrième de la chaux pure seule. Voyons à présent comment la décomposition du muriate de chaux a pu s'opérer. Mettons pour cet effet les réagens en présence, comme des champions qui vont s'attaquer. L'arène, c'est la limite de l'acide carbonique, et le sel marin qui s'y trouve est inattaquable et neutre, et comme le juge des combats qui vont se livrer. Le muriate de chaux, dont l'acide muriateux forme l'aile droite et la chaux l'aile gauche, défie le carbonate qui lui oppose la soude et l'acide carbonique. Celui-ci attaque la chaux et celui-là l'acide muriatique. Jusqu'à présent les forces sont égales et le combat indécis. Mais voilà un nouveau secours d'acide carbonique qui arrive de la couche supérieure et prend la chaux du muriate sur les derrières, qui est forcée de se rendre, vaincue par cette double attaque. Alors le muriate, affoibli par cette perte, cède son acide à la soude, qui au reste a le sort de plus d'un peuple vainqueur, celui de prendre le nom du vaincu, en devenant muriate de soude.

Le jeune de L. Cette explication est sûrement juste, puis qu'elle est militaire et guerrière.

Mr. de V. Elle s'accomode en outre à l'observa-

tion qui range les calcaires parmi les formations les p
récentes, puisque ce procès compliqué n'a lieu qu'à l'a
rivée de l'acide carbonique, le courrier le plus pares
seux de tous ceux que l'affinité envoye de l'atmosphère

Mr. de R. Mais comment formerons-nous les cou
ches de calcaires qui se trouvent entre les schistes, c
calcaires qu'on nomme primitifs?

Mr. de P. N'oubliez pas les soulèvemens de toute
espèce, qui ont sûrement élevé quelques roches primi
tives jusqu'à la hauteur de la limite de l'acide carboni
que et même plus haut. Notre explication nous dit e
outre pourquoi les calcaires primitifs ont un caractè
cristallin très marqué et les derniers un caractère te
reux, la plus grande abondance de l'acide carboniq
ayant dû avoir lieu au commencement du procès et
former un sel parfait et cristallin, tandis qu'à la su
le défaut de cette surabondance n'a pu former que d
précipités informes.

Mde. de L. Avouez, monsieur de P., que
pauvre tête a dû presque succomber au milieu du déd
de tous ces procès chimiques, et que votre dessin d
couches de l'océan a pu seul la sauver.

Mr. de P. Si cela étoit, madame, je ne pourr
que vous prier d'en rejetter la faute, non sur moi, m
sur la nature de la chose. En effet peut-il être possil
d'expliquer aisément les actions et réactions variées
tant d'élémens qui agissent tantôt simultanément tant
successivement, en différentes contrées et à différen
hauteurs de l'océan et même sous l'influence de tant
mouvemens?

Mde. de L. Je suis bien loin de vouloir vous en faire la guerre; au contraire j'admire avec reconnoissance l'art avec lequel vous avez profité de tous ces détails pour découvrir la marche de la Nature dans tant de productions variées, qui offrent dans leur ensemble et l'idée de l'ordre et celle du cahos.

Mr. de P. Quelque flatteur que me soit votre suffrage, madame, permettez moi de vous rappeller notre convention concernant toutes les idées à moi, que j'ai l'honneur de vous offrir, et d'oser vous dire pour le présent et pour la suite: Trève d'admiration.

Mr. de L. Mais par où finiront tous ces procès chimiques?

Mr. de P. Par le *sable.*

Le Comte C. Dont la formation est, je pense, plutôt l'ouvrage de la Mécanique que de la Chimie. Le sable n'est-il pas un produit de la trituration des granites par les courans?

Mr. de P. C'est l'opinion de bien des Géologistes, mais que je ne puis admettre, non seulement par ce que je serois en peine de trouver les courans qui eussent dû travailler constamment pendant des siècles les masses de granite pour les rappétisser à ce point, mais surtout par ce que nous ne connoissons point de sable de feldspath et de mica, que le granite eut dû livrer, et par ce que le sable a encore, même dans la mer, des vestiges marqués qui prouvent qu'il n'a jamais été beaucoup plus gros qu'il n'est et que chaque grain fut autrefois un cristal parfait. Cette remarque se confirme surtout

dans nombre de roches de sable composées de petits cristaux parfaits, agglutinés par très peu de chaux ou d'argile. Dans d'autres roches la figure cristalline moins parfaite atteste que les grains ont été charriés quelque tems, comme le sable de la mer. La matière du sable, nous la trouvons dans la plus haute région de l'océan; c'est le reste du sel de silice qui n'a pas pu être employé à la formation des autres roches, par ce qu'il se trouvoit trop élevé au dessus de la limite de l'acide muriateux, et sa structure est celle du porphyre, une cristallisation dans l'océan même occasionnée tantôt par la précipitation informe de la chaux, tantôt par des débris d'alumine flottants.

Le Comte C. Ne pourroit-on pas lui assigner la formation ordinaire, une cristallisation au fond de l'océan? Il me semble que, comme le sel de silice contenu dans la couche supérieure, devoit se trouver extrêmement délayé, il n'a pu se cristalliser en couches compactes, mais a dû se former en petits grains et que la chaux ou l'alumine se sont déposées en même tems que cette cristallisation a eu lieu.

Mr. de P. Votre explication, monsieur le Comte, me paroitroit au moins aussi juste que la mienne, si je pouvois concevoir pourquoi cette cristallisation forme des cristaux détachés. Permettez moi d'ajouter que c'est à l'époque de la formation des sables que les pétrifications ont eu lieu, procès que vous concevez facilement après ce que j'ai déja eu l'honneur de dire là-dessus.

Mr. de L. Ainsi nous voilà arrivés à la fin des roches.

Mr. de P. Oui, Général, des créations générales, causées par l'affinité seule ou conjointement avec les mouvemens de l'océan. Mais nous avons encore bien des formations particulières à expliquer. Nous nous sommes par ex: occupés des calcaires, sans dire une mot des *gypses*. Oserons-nous les passer sous silence?

Mr. de L. J'en serois très fâché, quoique je sois impatient de me former le tableau général de toutes les créations.

Mr. de P. Le gypse est composé de chaux et d'acide sulfurique. La chaux, nous l'avons dans toutes sortes d'état, combinée à l'acide fluorique, combinée à l'acide muriateux hydrogéné et combinée à l'acide carbonique, en plus ou moins grande quantité. L'acide sulfurique ne se trouve que dans les cavernes volcaniqués; ainsi les gypses doivent leur naissance aux éruptions qui ont livré cet acide, soit en forme liquide, soit en forme de vapeur, qui a décomposé les fluates, les muriates et les carbonates de chaux, ou s'est combiné immédiatement avec la chaux pure. Ajoutez à toutes ces circonstances variées l'observation que la même éruption peut s'être répetée plusieurs fois au même endroit, et vous concevrez non seulement les différentes espèces de cristallisation qu'affectent les gypses, mais aussi que souvent les gypses se trouvent stratifiés en couches distinctes les unes des autres. Enfin si vous supposez que mainte éruption a fourni plus d'acide sulfurique qu'il n'en falloit pour saturer la chaux qu'elle recontroit, et que ce surplus devoit se combiner avec la soude ou avec la potasse, s'il en existoit encore dans

l'océan, vous aurez expliqué la présence du sulfate de soude et du soubçon de sulfate de potasse qui se trouvent dans notre océan d'aujourd'hui. Le procès de la carbonisation de la chaux doit avoir laissé quelques restes de muriate de chaux, et enfin la magnésie (que nous avons presque entièrement passée sous silence) se trouvant au nombre des terres que l'océan contenoit il est naturel qu'il en soit resté une portion combinée à l'acide muriateux. Or mêlez ensemble tous les sels que je viens de nommer et vous avez la composition de l'eau *de mer* telle qu'elle est aujourd'hui, c. à. d. selon l'analyse du Docteur Murray, sur 1000 parties de sel absolument desséché et sans eau de cristallisation :

Muriate de soude	704	Muriate de magnésie	15?
Muriate de chaux	25	Sulfate de soude	115

à quoi il faut ajouter environ une partie de muriate de potasse, que Wollaston a découverte depuis. Ces 1000 parties de sel sont délayées dans environ 31610 parties d'eau.

Mr. de G. Comment est-il donc possible, vû cette grande quantité d'eau, que le sel marin se soit cristallisé en *sel de roche?* Où construirez-vous l'alembic nécessaire à cette distillation?

Mr. de P. Humboldt témoigne le même embarras dans la description de son voyage aux contrées équinoxiales, croyant que la formation du sel marin appartient à un autre ordre de choses. D'autres Géologistes modernes n'ont pas même tenté la solution de ce problème. Voyons si notre système nous fournira ici quelques lumières. Retournons d'abord à notre océan et observons dans quel état il se trouvoit. Le muriate de soude

formé d'abord dans les couches supérieures de l'océan, a dépassé la limite de l'acide muriateux hydrogéné en vertu de sa marche chimique et a imprégné les couches inférieures de l'océan d'autant plus fortement que cette limite s'abaissoit davantage. Or le sel-gemme ne se trouve que dans les calcaires, surtout dans les gypses et puis dans quelques masses argileuses. Sa crissallisation dâte donc du tems où l'acide muriateux avoit cessé ou presque cessé d'exister en état libre. Or vous concevez qu'alors les couches inférieures de l'océan devoient contenir une bien plus grande proportion de sel marin en solution, puisque, outre celui qu'elles avoient reçu en grande quantité des couches supérieures, elles étoient le théatre des dernières combinaisons de l'acide muriateux avec la soude, la chaux et la magnésie.

La Géognosie nous dit que la plûpart de ces dépots de sel marin et les plus considérables se trouvent dans le gypse et qu'on ne connoit presque presque point de gypse sans sel-gemme; d'où nous devons conclure qu'il existe une rélation intime de formation entre ces deux espèces de roches et que la cristallisation du sel marin est dépendance de la formation du gypse. En effet représentez vous l'acide sulfurique s'élevant du fond d'un volcan et arrivant à la surface des roches avec une température de 1300 à 1400 degrés R. Ajoutez à cette température celle qui se dégage par sa combinaison avec la chaux et par la cristallisation du gypse qui en résulte, température qui surpasse la première, et vous concevrez aisément que cette chaleur prodigieuse a dû faire bouillir la couche d'eau qui étoit le théatre de cette

l'économie végétale, couvre d'un voile impénétrable l'acte par laquel Il a formé les premiers individus de chaque espèce, comme pour rappeller à l'homme qu'il est des secrets dans la Nature que son orgueil ni sa pénétration ne pourront jamais approfondir. Nôtre but est de deviner les circonstances sous les quelles il a pu exister une végétation antérieure à la formation de plusieurs roches et d'expliquer et l'enfouïssement de ces végétaux et les changemens qu'ils ont essuyés pendant les siècles qui se sont écoulés de là jusqu'à nos jours.

La Physiologie des plantes nous dit que la végétation ne peut avoir lieu que sous les conditions suivantes: D'abord il faut de l'eau comme nourriture de la plante et véhicule de ses autres alimens; puis de l'acide carbonique, aliment principal dont la plante ne peut se passer que lorsqu'elle vit sur un terreau qui contient du carbone et de l'hydrogène; au quel cas elle a besoin de gaz oxygène pour changer le carbone en acide carbonique. Il faut enfin à la plante, à l'exception de quelques végétaux qui croissent à la surface de l'eau, un gîte qui assure sa stabilité et attire l'eau qui doit nourrir directement la racine, et au procès végétal en entier une certaine température qui varie selon les espèces de plantes.

Le Comte C. N'oubliez-vous pas la lumière? Pardonnez moi cette remarque.

Mde. de P. La lumière est assurément nécessaire à toutes les plantes qui croissent dans l'atmosphère, puisque c'est elle qui décompose dans les vaisseaux du végétal l'acide carbonique, qui sans cela n'abandonne-

roit pas son carbone. Mais on trouve quantité de plantes au fond de la mer, où la lumière du soleil qui peut pénétrer jusques-là doit être bien foible; et il est à présumer que ces plantes peuvent végéter sans lumière solaire, comme le font les lichens des cavernes.

Ces conditions admises, je propose d'abord la question de savoir si avant les premières formations de roches il a pu exister des végétaux sur le sol d'alors, sur le noyau de notre globe.

Mr. de G. Dans votre système cela est impossible, puisque l'océan d'alors ne contenoit pas encore d'acide carbonique.

Le jeune de L. Il en existoit, il est vrai, mais il étoit combiné avec les alkalis pour la solution des terres.

Le Comte C. Ce qui manquoit le plus, c'est la température, qui à cette profondeur étoit bien au dessous du zéro de nos thermomètres, et je doute fort que l'eau saturée de silice pure, de terres et d'oxides, de soude et de potasse carbonatées, ait été propre à se prêter au procès de la végétation.

Mr. de L. A quoi j'ajoute que si la surface du noyau du globe eut produit des végétaux, fussent les plus grands palmiers, nous n'en verrions aucun vestige, puis qu'ils eussent été joliment ensévelis sous les roches ou bien brulés dans les cavernes volcaniques.

Le Comte C. Ce qu'il y a de certain, c'est qu'on ne trouve pas le moindre vestige de plantes dans les

granites, les premières *empreintes de plantes* n'existant que dans les schistes.

Mde. de L. En quoi consistent ces empreintes, monsieur le Comte?

Le Comte C. Vous savez, madame, que les feuilles de plantes ont un squelette composé de côtes ramifiées, dont la principale partage la feuille en deux parties égales. Ces côtes sont plus épaisses et plus dures que le parenchyme, l'enveloppe verte et les autres vaisseaux. C'est ce réseau ramifié surtout, qui a laissé son empreinte sur deux lames schisteuses superposées l'une à l'autre, empreinte qui est restée, tandis que la feuille elle-même a été détruite par l'action des dissolvans.

Mr. de P. Ces feuilles ne sont assurément pas nées sur le sol qui porte leur empreinte; car si cela étoit ce ne seroient pas quelques feuilles isolées mais des plantes et des familles entières que nous trouverions gravées sur les feuillets des phyllades. Ainsi lorsque les phyllades (nommés de transition) de nos continens d'aujourd'hui furent formés, il doit déja avoir existé sur d'autres points du globe des continens assez élevés dans l'océan, peut-être au dessus de sa surface, pour que la végétation ait pu s'y établir et que les courans aient pu charrier les débris de cette végétation.

Le Comte C. Ces trouvailles d'empreintes de feuilles prouvent sans contredit les différences successives de niveau des roches et cadre parfaitement avec votre système.

Mr. de P. Les *houilles*, dépots immenses des pro-

duits de l'ancienne végétation, ne se trouvent point dans les roches dites primitives, mais dans les terrains les plus récents d'argile, de grès et de calcaires de formation postérieure. Ce phénomène est si général que les Géognostes françcois ont pris de la houille le nom générique de ces formations, qu'ils nomment *terrains houillers*. D'où nous devons couclure que la végétation n'a existé que dans le tems et sur les lieux où ces terrains de dernière formation chimique se déposoient.

Mr. de V. Puisque vous parlez des houilles, veuillez, monsieur de P., nous expliquer leur existence et les changemens opérés sur les végétaux dont ils n'offrent plus que la substance si prodigieusement modifiée.

Mr. de P. Ce problème est d'autant plus difficile à résoudre que l'on trouve des couches de houille d'une grande épaisseur, qui va quelquesfois jusqu'à 60 pieds et plus, et d'une masse si compacte qu'on peut admettre qu'un pouce de hauteur correspond peut-être à la végétation d'une année. Pourrons-nous supposer que ce sont les courans qui ont produit ces amas? Point du tout, puisque nous les trouvons dans les terrains élevés et sur le panchant des collines aussi souvent que dans les vallées. Au contraire; tout nous atteste que les plantes ont pris naissance là où se trouvent les houilles. La plupart des Géologistes, considérant la formation des tourbes, ont déclaré les houilles être des tourbes transformées. Mais les tourbes et autres productions végétales moins transformées du contient ne se trouvent que dans les terrains de transport, non dans

ceux d'une formation chimique. En outre les houilles contiennent une grande quantité de terres, de la silice, de l'argile, de la chaux, mêlées dans leur masse et faisant partie intégrante du tout. D'où nous devons conclure que les plantes, qui sont devenues houilles, sont nées et sont mortes pendant les derniers actes du grand procès chimique. Ainsi ce n'est point sur les continens mis à sec, mais sur les continents encore sous l'eau, que nous devons chercher l'origine des houilles, qui sont parconséquent des plantes marines décomposées. Cette vérité, que j'ai publiée depuis bien des années, se confirme par les observations récentes du Professeur suédois Agardh qui a trouvé dans la masse des charbons de terre de Högenas en Schonen, à 50 toises de profondeur, des algues pétrifiées et des dents de requin.

On s'est également trompé sur le mode de transformation de ces plantes en houille. Par ce que l'on trouve quelquefois des pyrites aux environs des lits de houille, l'on a cru que cette transformation étoit dûe à l'acide sulfurique formé par la décomposition de ces pyrites. Mais si cela étoit, l'analyse chimique des houilles nous indiqueroit cette transformation par la présence du soufre, tandis qu'elle ne nous offre que du bitume, du charbon et des terres. En outre la décomposition lente des pyrites eut produit dans l'eau d'un marais un acide si délayé qu'il seroit impossible de lui attribuer la carbonisation des plantes, et si même cette carbonisation avoit eu lieu, il se seroit dégagé tout le gaz hydrogène carbonisé que cette décomposition produit et les houilles ne contiendroient pas de bitume.

Mr. de L. Mais comment décomposerez-vous ces plantes ?

Mr. de P. Voici mon hypthèse entière sur les houilles. Les plantes, qui les ont produites, sont nées sous l'océan dans le tems des dernières formations chimiques de roches, apparemment dans la couche contenue entre la surface de l'eau et la limite de l'acide carbonique qui a dû leur servir de nourriture, ainsi sous une couche d'eau de peut-être plus de mille toises de hauteur. Les premières étant mortes, d'autres leur ont succédé au même lieu, soit par les semences, soit par les racines. Pendant cette végétation continuelle il se déposoit des terres par les derniers actes du grand procès chimique qui, selon qu'il étoit plus lent ou plus rapide, déposoit plus ou moins de ces terres, en sorte qu'il a pu pendant un tems n'en déposer que peu et plus tard davantage. Cette simultanéité du procès végétal et du procès de la précipitation sous différents degrés d'énergie se voit bien distinctement dans les houilles d'Airshire qui sont devenues des schistes par de minces couches de terres interposées. Une couche trop épaisse a dû arrêter la végétation, et voilà l'épaisseur de la couche future de houille déterminée. Ces dépots calcaires, argilleux ou de sable formoient des masses molles, qui ont dû s'enfoncer à mesure que l'espace que les plantes occupoient se rétrécissoit par la transformation en houille. Nous avons donc à présent nos dépôts de plantes enfermés dans des roches molles et chargés d'une colon plusieurs cents toises de hauteur.

Mr. de R. C'est un tas de foin humide; donc entrer en fermentation.

Mr. de P. Tout juste, et voilà mon secret révélé. Ajoutez à cela que l'océan, même à cette profondeur, devoit avoir une température plus que moyenne, après tant de procès chimiques et cristalliqués qui avoient eu lieu dans son sein. Mais cette formation doit se distinguer de celles qui s'opèrent à la surface de la terre d'aujourd'hui, en ce que la pression de plusieurs cents toises d'eau ne permettoit pas au gaz hydrogène de se dégager et à l'oxigène de former de l'acide carbonique*). Nous connoissons si peu le procés de la carbonisation par fermentation, qui se fait tous les jours sous nos yeux, que je n'ose entreprendre de construire celui qui a eu lieu au fond de la mer. Mais ce qu'il y a de bien sûr, c'est que ce dernier procès a conservé à la houille tous les élémens des plantes dont elle provient, que la perte de volume n'a consisté que dans une plus grande concentration de ses élémens, et que c'est à cette conservation de tous les principes végétaux que la houille doit son bitume. La *pétréole* n'est apparemment que du bitume pas encore charbonné, qu'une opération volcanique, exécutée dans des couches de charbon de terre en fermentation, fait monter à la surface de la terre.

Mr. de R. Voilà une nouvelle espèce de volcan!

Mr. de P. C'est selon Werner le principe de tous les volcans. On les nomme *demi-volcans*; ils ont leurs éjections tantôt de bitume, tantôt de pétréole, et quel-

---

*) Davy a récemment adopté cette idée pour expliquer l'état actuel des manuscripts de Papyrus qu'on déterre à Pompeji, Herculanum etc.

quelquefois des bouleversemens. C'est à un ou plusieurs de ces bouleversemens qu'on doit l'existence de la mer morte dont les phénomènes s'expliquent aisément par cette hypothèse. Ils méritent le nom de demi-volcans surtout à raison du peu de profondeur à laquelle se trouve leur foyer.

Mr. de L. Vous nous jettez de nouveau dans les éruptions volcaniques.

Mr. de P. Tout est lié dans la Nature. Au reste quittons ce sujet pour jetter un coup-d'oeil géologique sur la végétation continentale, rélativement à l'atmosphère. Les monts et les plateaux se sont élevés comme nous avons vû dans différents lieux en tems différents, et cette diversité de tems correspond à des états variables de l'atmosphère, quant à la pression et aux élémens chimiques qui la composoient. Les sommités, qui l'ont atteinte d'abord après la formation des schistes, auront trouvé un air qui contenoit encore de l'acide muriateux hydrogéné et plus encore d'acide carbonique. En supposant que ces restes n'eussent été alors que le dixième de ce que l'atmosphère contenoit primitivement, sa masse chimique et parconséquent sa pression devoit être 99 fois plus grande qu'aujourd'hui. La chaleur, que l'océan acquit par les grandes opérations chimiques qui ont eu lieu à sa surface et dans son sein, a dû se communiquer à l'air et y produire une température élevée, et les rayons solaires ont dû augmenter cette chaleur en traversant à peine un air de si grande densité. L'océan a pu, en vertu de cette chaleur, s'évaporer (ce qui étoit impossible auparavant sous un poids dé-

cuple de l'atmosphère et sous une température beaucoup plus basse) et fournir l'eau nécessaire à la végétation. Ainsi, dans le tems dont nous parlons, l'atmosphère fournit à la végétation une nourriture très abondante, un principe qu'elle ne contient plus aujourd'hui et peu de lumière. Il n'est donc pas étonnant que la végétation d'alors ait été différente et plus vigoureuse que celle d'aujourd'hui et que par la destruction de ses produits il se soit formé la grande quantité de terre végétale dont nous jouïssons à présent. Cette production de substances végétales a dû appauvrir petit à petit l'atmosphère d'acide carbonique, tandis que le grand procès chimique dans l'océan le lui en enlevoit encore pour la formation des calcaires et finit par la dépouiller entièrement d'acide muriateux pour la formation des autres roches. Ainsi l'enveloppe gazeuse perdit peu à peu de sa masse, de sa pression et par conséquent de son activité dans le procès végétal, activité qui dût prendre un nouveau caractère par une plus grande abondance de lumière solaire. Peut-être sommes-nous parvenus depuis quelques milliers d'années à un état stable, à un équilibre entre la recette et la dépense d'acide carbonique. Au moins voyons-nous cet équilibre établi pour le gaz oxigène.

Ce sujet nous mène à une nouvelle considération. Il existe plusieurs masses calcaires, qui, outre l'acide carbonique, contiennent encore du carbone et même du bitume. Telles sont quelques roches de calcaire alpin de couleur presque noire, des marnes noirâtres, la marne schisteuse et bitumineuse, l'anthraconite tout noir etc. Je pense que ce carbone et ce bitume proviennent

des houilles, et cela par deux raisons. La première est que ces roches appartiennent à la grande formation que l'on nomme houilleuse; la seconde est que d'Aubuisson a prouvé par des caractères très marqués que les houilles ont été autrefois (lors de leur formation) liquides ou presque liquides. Il est donc concevable que quelques houilles, plus liquides que d'autres, ont percé, comme par infiltration, dans les calcaires et les marnes au dessus et au dessous d'elles et sont par là disparues en tout ou en partie,

Mr. de G. Voilà, mon cher ami, une bonne tirade, pendant laquelle nous n'avons tous dit mot.

Mr. de P. C'étoit pour me hâter d'arriver aux débris d'animaux fossiles que nous voulons traiter encore ce soir, si madame de L. le permet.

Mr. de L. Je devrois m'y opposer, pour vous punir de la fausse modestie avec laquelle vous me priez de vous permettre de faire ce qui me sera très agréable.

Mr. de P. Votre bonté angélique vous interdira cette sévérité. Ainsi je commence notre tâche et cela par les coquillages, comme restes les plus antiques de productions animales que la Géognosie nous offre. Si nous savions à point nommé si les animaux composent par leur procès organique la chaux dont ils font leur coquille ou s'ils décomposent le muriate de chaux que l'eau de mer contient, je vous ferois une dissertation bien savante sur cet object et vous dirois au juste à quelle époque (pardonnez moi, mon Général, encore une fois ce mot) cette création a pu commencer. Mais le Géognoste nous dispense de cette peine en

nous apprenant que les coquillages ne se trouvent ni dans le granite ni dans les schistes, mais seulement dans les traumates, les grès de toute espèce et surtout dans les calcaires, dont plusieurs, comme le calcaire du Jura, en fourmillent si abondamment que cette roche a l'air de n'être composée que de coquillages. Ainsi nous voyons les premières générations d'animaux se former en même tems que les premières révolutions.

Mr. de G. La Nature a-t-elle donc dû faire tant de tapage pour produire les animaux? Peut-on croire que ces travaux si délicats, ces productions organisées avec tant d'art, soient le fruit d'énormes révolutions?

Mr. de P. Ce n'est pas ce que j'ai voulu dire; car il ne s'en suit pas que de deux phénomènes simultanés l'un soit la cause immédiate de l'autre. Mais il a fallu que l'océan dépose une grande quantite des substances qu'il contenoit pour pouvoir devenir le théatre de l'organisation animale; ou bien il a fallu que les terrains s'élèvent à une grande hauteur pour se trouver peut-être sous une moindre pression de l'océan ou pour arriver à une région où il règnoit une chaleur suffisante pour consommer le procès organique.

Mr. de L. (riant.) Tenez vous sur vos gardes contre de monsieur de G. Il va vous faire la réputation d'un révolutionnaire, d'un Jacobin, d'un Carbonari. Car des révolutions physiques, que vous nous avez dépeintes si éloquemment, il n'y a qu'un pas aux révolutions politiques.

Mde. de L. Que la plus sublime bêtise pourroit seule faire.

Mr. de L. Partez donc bien vîte pour l'Amérique, monsieur de P.; car si la bêtise peut faire ce pas, elle le fera sûrement.

Mr. de P. Je n'ai pas du tout l'envie de faire ce voyage, me trouvant fort bien et fort sûr où je suis. Je reviens à mes coquilles pour vous faire une question aussi drôle que votre crainte pour ma réputation de bon citoyen et de sujet pacifique. Dites moi si les coquillages sont nés dans les roches calcaires pendant leur formation ou si ces roches calcaires doivent leur naissance aux coquillages?

Mr. de L. La question est vraiment plaisante. Mais sur quoi se fonde-t-elle?

Mr. de P. Sur ce que d'un côté il est difficile de concevoir comment tant d'animaux ont pu naître et se multiplier par milliards pendant qu'il neigoit continuellement de la chaux qui les ensévelissoit, et sur ce que d'un autre côté nous voyons d'immenses roches calcaires formées sous mer par les corallites. J'avoue que je crois qu'il existe des calcaires composées uniquement de différentes familles de coquillages, dont les unes se sont conservées et les autres se sont délitées et ont formé par là la pâte qui enveloppe les premières.

Mais il s'offre ici encore une difficulté importante. Les coquilles qui meublent les calcaires, les gypses, les marnes etc. ne sont pas toutes des coquilles de mer, mais on trouve aussi beaucoup de coquilles d'eau douce dans ces roches, et plus d'un Géognoste prétend que l'on doit distinguer les formations qui contiennent des coquilles pélagiques de celles qui contiennent des coquilles fluviatiles.

Mr. de G. Cela me semble bien naturel, et notre système géologique expliquera ce phénomène par les élévations et les abaissemens du terrain, absolues ou rélatives, au dessus du niveau de l'océan d'alors.

Mr. de P. Certainement je ne serai pas le premier à me prononcer contre cette explication; mais j'ose pourtant douter que toutes les alternances que l'on observe entre les formations pélagiques et fluviatiles doivent leur origine à ce principe.

Mr. de R. Mais que ferons-nous donc? Car enfin il faut expliquer.

Mr. de P. Je n'en vois pas la nécessité. Pourquoi ne pas avouer notre ignorance à ce sujet comme à tant d'autres. Nous avons au reste encore plus d'une défaite pour nous tirer d'affaire. Quelques Naturalistes croient que plusieurs espèces de coquilles fossiles, qu'on regarde comme fluviatiles, pourroient bien être des coquilles pélagiques d'une espèce très semblable et que l'on ne méconnoit que par ce qu'on ne les retire des calcaires que fracturées. D'autres, au nombre des quels je nommerai Cuvier, Humboldt, Brongniard, croient sur des faits bien avérés que plusieurs coquillages pélagiques s'accoutument petit à petit à l'eau douce et des fluviatiles à l'eau de mer. Ainsi il est possible que toutes les coquilles aient été autrefois des coquilles de mer et que, dans le tems où leur habitation étoit à sec elles se soient accoutumées l'eau douce, surtout à l'embouchure des fleuves. On connoit entre autres l'exemple d'un mytilus fluviatilé; et je dois ajouter qu'ici l'on

trouve, comme dans les formations des roches, souvent des passages, où les coquilles fluviatiles se trouvent pêle-mêle avec des coquilles de mer.

Mr. de L. Cette idée a quelque chose de bien séduisant, je l'avoue; cependant elle me paroit encore bien peu étayée.

Mr. de P. Assurément; aussi ne la donne-t-on que pour une idée et non pour une explication. — Mais passons aux animaux des continens.

Ils sont certainement postérieurs aux habitans des mers, puisqu'il a fallu que les continents se forment et se couvrent de végétation pour les nourrir. Mais comment ont-ils été enfouïs? D'abord nous retrouvons les plus anciens os fossiles de quadrupèdes non seulement dans des antres, où une inondation du continent les aura chassés, mais aussi incrustés dans des roches calcaires, témoin par ex: la roche qui forme les cavernes de Muggendorf.

Le Comte C. La seule explication qui me paroisse admissible est que ces râces de quadrupèdes ont vécu avant la formation de cette roche, et que leurs ossemens ont été entrainés avec des masses de calcaire encore mou jusqu'à ce qu'un point fixe ait arrêté ces débris.

Mr. de P. Il paroit difficile de rien dire de mieux. Mais convenez aussi que les courans, qui ont produit ces amas, auroient dû observer une grande régularité dans leur marche pour ne pas éparpiller les ossemens qu'ils charrioient, et qu'il est très singulier qu'après

que l'inondation eut cessé, les mêmes espèces de quadrupèdes soient venus vivans s'enterrer et pourrir dans les cavernes formées en partie par les os de leurs ancêtres.

Mde. de L. Quittez, je vous prie, ce problème insoluble pour nous parler de la demeure de ces quadrupèdes lorsqu'ils vivoient encore; car je suis bien décidée de savoir pourquoi l'on trouve des éléphans ou mamouths dans le nord de la Sibérie.

Mr. de P. Vous me renvoyez, madame, de Carybde à Scylla. Voyons si je me tirerai mieux de ce dernier goufre. D'abord permettez moi de vous observer que les premières râces de quadrupèdes, trouvant pour nourriture une végétation beaucoup plus vigoureuse que celle d'aujourd'hui et vivant dans un air bien plus chargé d'acide carbonique qu'il n'est à présent et par conséquent sous une atmosphère beaucoup plus pesante et plus dense, il est concevable que les râces analogues à celles d'aujourd'hui aient été de bien plus forte taille et se soient distinguées d'ailleurs par quelques différences organiques. J'ajoute à cette observation que l'homme, qui est de tous les animaux terrestres celui dont la respiration supporte le moins d'acide carbonique, a dû terminer la série des créations animales, lorsque l'atmosphère fut réduite à peu près à l'état où elle est aujourd'hui. Ce qui est conforme à l'observation qui nous dit qu'on ne trouve pas de squelettes fossiles d'homme mais beaucoup de singes, conforme à la narration de Moyse, conforme surtout à l'idée que le chef-d'oeuvre du Tout-puissant a dû trouver sa demeure for-

mée et peuplée de ce qui sert à ses besoins et à la perfectibilité de ses facultés intellectuelles.

Mde. de L. Tout cela est fort beau et très philosophique, mais dites-nous, je vous prie, comment il s'est fait que nous trouvions des éléphans en Sibérie et dans le Würtemberg, des crocodiles dans les Pays-bas et des ours blancs au centre de l'Allemagne, etc. Ferez-vous voyager tous ces animaux de leur climat natal pour les ensévelir dans des zônes étrangères?

Mr. de P. Vous êtes, madame, si peu voyageuse que je ne me permettrai pas de tenter cette voie d'explication, qui d'ailleurs est si commode qu'on s'est donné beaucoup de peine pour la faire valoir. Essayons en une autre. Vous savez que dans notre système la cristallisation et les autres procès chimiques ont produit beaucoup de calorique latent, qui a donné aux roches précipitées, à l'océan et à l'atmosphère inférieure une température bien plus élevée que la surface du globe n'a aujourd'hui.

Mr. de R. Mais qu'est devenu depuis ce surplus de chaleur?

Mr. de P. Je pourrois le laisser s'échapper hors des limites de l'atmosphère; mais comme je suis avare de calorique, je préfère l'employer à rehausser un peu la température du globe entier.

Mr. de L. Vous faites la cour à ma frilleuse épouse, en mettant tant d'économie dans l'emploi du calorique.

Mde. de L. Pas du tout; car si depuis 6000 ans

ce surplus de chaleur a passé dans l'intérieur du glo
il doit y passer encore et nous voilà à la veille de gé

Mr. de P. Au moins pas sur les continens; c
nous avons les cavernes volcaniques, ces forges de Vu
cain, qui, en faisant si souvent trembler la Terre et ;
mir ses habitans, renouvellent la chaleur et réparent l
perte que vous craignez si fort.

Mde. de L. Et quand vos sulfates et vos pyrit
seront épuisés, et je doute fort qu'ils soient inépuis
sables . . . . .

Mr. de P. Alors nos arrières-neveux auront so
de trouver une nouvelle hypothèse qui explique pou
quoi ils ne sont pas encore changés en statues de glac

Mr. de L. Voyez comme le froid à craindre da
6000 ans a fait oublier à ma femme et ses éléphans de l
Sibérie et ses ours blancs de la Franconie!

Mr. de T. Je les eusse presque oubliés moi-mêm
Nous en étions à la température de l'air à l'époque où c
géans quadrupèdes vivoient. Cette température élev
a dû produire au nord de l'Europe, de l'Asie et (
l'Amérique un climat égal au moins à celui de l'Egypt
qui devoit très fort couvenir à l'éléphant laineux q
monsieur Adams a retrouvé à l'embouchure de l'Ob
et au crocodile qui a été incrusté dans les carrières
Mastricht. Ce beau climat ayant cessé, ces râces c
disparu de ces lieux et l'on ne trouve leurs analogu
que dans les pays chauds.

Mr. de L. Voilà la moitié du problème. Voyc

l'autre moitié. D'où viennent les ours blancs des cavernes de Muggendorf?

Mr. de P. Qui vous a dit que ces ours étoient blancs?

Mr. de L. (étonné.) Vous même et tous les Géologistes, je pense?

Le Comte C. Leur squelette est en tout semblable à celui de ours blancs, à la taille près, qui est plus du double de celle des râces d'aujourd'hui.

Mr. de P. Et cependant je répète: Qui vous a dit que ces ours fossiles étoient blancs? Il y a 30 ans que personne n'eut osé dire que les Mamouths portoient pélisse. Ce fait doit rendre l'Anatomiste très circonspect, lorsqu'il veut juger de l'habitation des râces primitives des quadrupèdes uniquement d'après la structure de leurs os. Notre ours ordinaire, avec sa pélisse plus ou moins chaude, se trouve en Europe depuis les Appenins jusques en Laponie; il vivroit à Naples, si Naples avoit de grandes forêts où il pût se soustraire à la guerre que l'homme lui fait. Et trouvez-vous plus difficile de supposer que l'ours marin d'alors ait une pelisse brune et moins chaude, que de mander de ces grosses bêtes des bords de la mer glaciale pour se faire enterrer entre Baireuth et Erlangen? Noublions jamais dans nos explications géologiques les modifications que les animaux peuvent devoir au changemens du climat. Voyez le lièvre, si commun en Europe. En Pologne il est gris-brun, gras et gros, et déja en Livonie il est petit, maigre et tout blanc. Je ne doute pas que quel-

ques individus d'une espèce quelconque d'éléphan d'ours, de crocodiles n'aiant été entrainés par les cou rans et fait de longs voyages; mais je crois oser doute que des familles entières aient eu ce sort, et je pré fère croire qu'elles ont habité les pays qui leur servei de tombeau.

Cent quinzième entretien.

QUATRIEME CHAPITRE.

Mr. *de G.* Vous avez terminé, mon cher ami, notre soirée d'hier très peu poëtiquement. Que ferez-vous aujourd'hui?

Mr. de P. Je serai très prosaïque.

Mr. de L. Cela ne sera pas de mon goût.

Mr. de P. Pourtant, Général. J'espère vous offrir des détails qui mettront votre imagination à une forte requisition. La Mécanique, la Chimie, la Physique vont se réunir . . . . . .

Mr. de R. Pour quoi faire? Il me semble que tout est déja fait.

Mr. de P. Excepté les filons, les cavernes, les lits, la gangue, les métaux et toutes les roches qui ont été exposées à l'action volcanique.

Mr. de R. Comment pouvois-je oublier tout cela? Voilà encore un vaste champ de méditations, où nous trouverons assurément bien des difficultés. C'est peut-être la partie la plus mystérieuse de toute la Géologie.

Mr. de. P. C'est au moins celle où la Nature paroit avoir voulu nous surprendre le plus et ne donner que des secrets à deviner. Elle agit ici en quelque sorte clandestineent et avec une rapidité qui semble devoir nous cacher à jamais ses moyens et sa mécanique.

Commençons par les *filons*.. Vous ne les connoissez encore que comme les dépôts des métaux que l'industrie humaine découvre et gagne avec tant de peine. Mais ils nous offrent bien des variétés aux quelles l'explication devra se plier. Nous avons par ex: des filons absolument vides, d'autres en partie. Les filons remplis contiennent tantôt de la gangue, tantôt des minéraux ordinaires, plus ou moins modifiés, quelque fois nullement altérés; ils contiennent encore, quoique rarement, des débris de plantes et d'animaux, même de la houille. Tâchons de débrouiller l'art qui a fait tant de mélanges et de transformations et qui a recélé tout cela comme des travaux particuliers dans le sein des roches de l'écorce de notre globe.

Les filons sont des crévasses produites avec violence dans les roches. Leurs directions anguleuses, même ciselées, et les fracassemens qu'on y trouve si fréquemment, nous l'attestent. Or quelle force la Nature entière nous offre-t-elle, capable de rompre des roches de plusieurs mille toises d'épaisseur, si ce n'est l'action volcanique, et ne nous livre-t-elle pas ce mé-

canisme dans les nouvaux volcans qui se forment encore de nos jours?

Mr. de R. Qui pourroit douter de cette vérité?

Mr. de P. Supposons donc la crévasse faite, et que quelques cartiers de roche dure se soient glissés entre les deux masses de rochers, ou que l'une des deux ait obtenu par l'ébranlement une nouvelle assise (ce qui est apparemment le cas le plus fréquent) et que l'orifice inférieur de la crévasse se soit trouvé à une hauteur à la quelle les laves du foyer n'atteignoient pas, alors il ne se sera échappé que de la vapeur, du gaz et tout au plus des cendres volcaniques. L'éruption étant terminée, l'eau de l'océan s'est précipitée dans ce canal et dans la caverne, et voilà un filon rempli d'eau. Mais comme les roches ont partout nombre de fentes, l'eau, contenue dans le canal ou la crévasse, a dû s'écouler de côté à mesure que l'océan a baissé par la suite, et voilà un *filon vide.* Si les roches ont repris leur ancienne assise, alors nous n'avons qu'une *fente* et non un filon.

Si l'orifice supérieur se trouvoit dans une région très agitée de la mer, il a pu se remplir de débris de roches, et voilà un filon plein de terrains de transport, seul cas (au reste très rare) où l'on puisse admettre l'hypothèse de Werner, tous les autres filons étant remplis de roches qui n'ont nullement ce caractère.

Cette formation des crévasses nous explique pourquoi certains filons sont plus larges en haut qu'en bas et d'autres plus larges en bas qu'en haut; cela dépend de la position que la masse écroulée a prise d'abord après l'explosion. Elle nous explique encore un autre phéno-

ses s'épuisoient, le canal ne s'est pas rempli entièrement, les gaz, la vapeur et les rapillis ont succédé, et il s'est formé un emplissage assez cahotique et interrompu par des vides. Si les matières liquescentes étoient en plus grande abondance, le canal s'est rempli en entier, et s'il y avoit superflu, elles ont dû se répandre sous l'océan comme les laves se répandent aujourd'hui. De là les *lits*, ces couches minérales qui se trouvent au milieu de suites du roches aux quelles ellss n'appartiennent nullement et diffèrent par leur texture et leur structure de toutes les roches dont nous avons trouvé la formation dans le grand procès chimique de la précipitation générale, masses d'une moindre étendue que celles-là et dont l'accumulation a dû contribuer à produire des monts élevés, en ce quelles portoient les points de cristallisation à une plus grande hauteur que celle des couches formées par la précipitation. Tel est le pic de Teyde.

Mr. de R. Voilà donc une nouvelle cause de formation de montagnes et qui, à ce qu'il me semble, a dû former plusieurs monts isolés, soit sur un horizon plat, soit sur un terrain déja montueux.

Mr. de P. Puisque nous savons assez bien par quel mécanisme les filons se sont formés et remplis, considérons à présent les matières qu'ils contiennent et commençons par la *gangue*, qui sert ordinairement de matrice aux métaux. Vous savez déja qu'elle n'est qu'une masse siliceuse à la quelle se réunissent quelque peu d'oxides et d'alumine et encore moins de chaux, d'où résultent des compositions particulières, telles que le

quarz, la pierre à fusil, la calcédoine, l'améthyste etc. toutes dans l'état de cristallisation et rangées symmétriquement le long des filons. Nous nous demandons à juste titre d'où vient cette masse presque entièrement composée de quartz et ne contenant en terres étrangères pas la dixième partie de ce que le granite en contient? Ce ne peut être que le *quarz primitif* qui, selon notre théorie, a dû se déposer avant le granite et tapisse parconséquent l'intérieur des cavernes volcaniques. C'est lui qui, liquéfié le premièr dans ces grandes fondieres de la Nature, a fourni la gangue; les autres matières, alumine, oxides, chaux, y sont arrivées avec l'eau qui a produit les éruptions.

Le Comte C. Permettez moi, monsieur de P., de vous arrêter dans votre explication, par la considération que les matières pierreuses fondues, et nommément le quarz et le cristal de roche, ne forment par le réfroidissement que des verres et non des masses cristallisées, encore moins des cristaux parfaits, tels qu'on en trouve en si grand nombre dans les filons.

Mr. de G. Cette objection me paroit de la plus haute importance.

Le Comte C. Il existe des exemples de cristallisation au fond des creusets des verreries; Hausmann, je crois, en cite quelques uns. Mais je doute que ces exceptions à la règle, motivées par des conditions très peu connues, puissent servir ici.

Mr. de P. D'autant moins que les gangues ne contiennent pas l'alkali qu'on employe à la fabrication du verre pour faciliter la fusion de la silice et que les

trouve de moindres masses, alors ce ruban est interrompu; si enfin il ne s'y trouve que de très petites masses, elles ne forment que des bouts de ruban ou de petits amas que les mineurs nomment *nids*. Les oxides détachés de la surface des pyrites donnent de la couleur à la gangue inégalement. Il en est de même du mélange des autres terres à la silice; et ces masses hétérogènes et colorées, soumises à la même injection, font de la gangue des rubans colorés en nuances qui passent imperceptiblement de l'une à l'autre, mélangées par mouvement et le mécanisme de l'injection.

Mr. de L. Monsieur de P. nous décrit ces créations comme s'il avoit été dans la caverne volcanique lorsque tout cela s'est fait, ou comme si cela se faisoit à présent, sous nos yeux.

Mr. de R. C'est le droit dû à l'imagination et que *vous* ne lui contesterez assurément pas, Général, surtout lorqu'elle est guidée par la Science,

Mr. de L. Je le reconnois très volontiers, ce droit; mais nous ne sommes pas encore à la fin.

Mr. de P. Assurément pas, et je dois encore vous faire voir comment cette formation des filons s'accorde avec les autres phénomènes que nous observons encore aujourd'hui. Retournons au moment où le filon se remplit. L'instant d'après la roche crévassée tend à se remettre; mais la gangue qui monte avec une grande vitesse oppose toute son inertie au resserrement du filon par ce qu'elle seroit forcée de redescendre en partie; et comme elle s'est déja refroidie en montant, sa viscosité

est un nouvel obstacle, Cependant l'une et l'autre n'opposent pas une résistance infinie et la masse de la gangue est pressée et forcée par là de s'injecter partout où elle trouve des vides ou une foible résistance. De là ces étranglemens des filons, ces masses de gangue et de pyrites qu'on trouve en effet injectées dans les parties voisine de la roche, surtout dans les schistes.

La gangue arrive dans le filon à la chaleur rouge; ainsi elle doit agir sur la roche voisine comme le feu, changer plus ou moins sa texture, selon le degré de chaleur. Ici de hauts degrès de chaud fondent la surface de la roche et la soudent à la gangue; là de moindres degrés ne font que la griller et la gangue ne paroit que pressée entre le toit et le mur comme une pâte, sans leur adhérer — toutes particularités que l'observation des Géognostes nous offrent tous les jours. Mais cette grande chaleur fait davantage: Le toit et le mur sont mouillés, les schistes surtout contiennent beaucoup d'eau, qui, vaporisée subitement, produit de petites dévastations locales, fait sauter des débris de la roche dans la gangue encore molle et des portions de gangue dans la roche.

Mr. de R. Quel beau tableau! Donnez nous toujours de pareille prose, monsieur de P.

Mr. de P. (souriant.) Je ne parle jamais en vers, Mais passons à l'examen de l'acte de la cristallisation de la gangue. Nous avons dissout les quarz dans l'eau à l'aide de la chaleur et de la compression. Cette eau a dû se trouver dans la fournaise volcanique en quantités très variables. S'il n'y en a que ce qu'il faut pour dissou-

dre la masse et former la vapeur qui cause l'éruption, alors ce minimum d'eau se combine par la cristallisation et le filon est plein de gangue solide après le réfroidissement. Si par contre il y a une grande surabondance d'eau dans le mélange, alors cette eau, portée a une grande hauteur sous une moindre pression qu'auparavant, bouillonne avec impétuosité, s'échappe presque intantanément à la surface de l'océan et laisse la masse de la gangue dans le filon à une profondeur proportionné au surplus d'eau, et les parois de la roche, le mur et le toit, brillent, par-ci, par-là, de cristaux qui se sont cristallisés pendant l'évaporation, partout où il est resté une portion d'eau qui n'a pu s'évaporer. Souvent il peut arriver que pendant l'éruption les grands mouvemens de la gangue liquide dans le fond de la caverne permettent à une portion de l'eau injectée (de celle qui produit l'éruption) de se glisser entre la gangue à l'orifice inférieur du filon; cette eau fait une séparation entre les masses montantes de gangue, et la cristallisation se termine à la surface inférieure et supérieure de cet espace en cristaux parfaits de la plus grande beauté, à raison de ce qu'il a dû se mêler à cette eau un peu de gangue, qui s'est cristallisé en suite à loisir.

Supposons enfin qu'il n'y ait eu qu'un très petit surplus d'eau mêlée intimement à la gangue, et observons l'acte de la cristallisation lui-même dans ce cas. Il est clair que ce procès aura lieu d'abord aux deux côtés du filon, là où la masse liquide touche le mur et le toit, qui ont une basse température. Ces cristaux abandonneront leur surplus d'eau, qui se mêlera avec la gangue encore liquide. La cristallisation, avançant des deux

bandes vers le milieu, repoussera toujours ce surplus
eau, qui enfin se trouvera renfermée entre les masses
stallisées, où elle doit prendre la figure d'un sphé-
ide allongé. Telle est l'origine des *géodes*. Car
tte eau chargée, mais pas saturée, de masse de gangue,
it, lors de son réfroidissement, déposer à la surface de
n enceinte des cristaux plus ou moins grands à raison
la grosseur de l'espace cube qui contenoit ce liquide.
oyez notre petit dessin (fig. 85.) que vous connoissez
ja et que j'ai fait d'après nature pour vous donner
e idée juste d'une géode dans son intérieur.

Mde. de L. Que signifie ce vide que voilà à la
rtie supérieure? Pourquoi le trou ovale de la géode
est il pas tapissé de cristaux à toute sa surface?

Mr. de P. Ce vide s'est formé par la vapeur de
au de la géode. Cette eau portée à une hauteur où
pression ne pouvoit plus empêcher l'évaporation, a
s'évaporer et aggrandir par conséquent le volume de
géode. Cette évaporation a réfroidi la surface de ce
uide et produit la cristallisation à sa surface plus tôt
'à l'intérieur, à commencer par les bords, et a donné
la géode cette singulière forme.

Mr. de V. Mais cela suppose que la géode se soit
rmée à une hauteur où la pression pouvoit presque ba-
ncer l'évaporation. Dans le cas où elle eut été moins
rte, la vapeur se seroit fait jour, et dans celui où elle
oit plus forte la vapeur ne pouvoit pas se former.

Mr. de P. Aussi toutes les géodes n'ont-elles pas
tte figure; le plus grand nombre offre leur ovale en-

tier tapissé richement à toute sa surface de superbes taux, surtout les grandes, qui ont plusieurs pouc diamètre et plus; j'ai choisi ce petit exemplaire avoir le plaisir de vous expliquer cette particularité n'a lieu que dans les petites géodes, parceque, dai cas d'une petite surface, la viscosité de la gangı joint à la pression pour empêcher cette petite poı de vapeur de se faire jour.

Mr. de L. J'avoue que je n'eusse jamais cru q système géologique pût entrer dans de pareils dé Mais vous nous avez dit que les filons ne sont pas remplis de gangue. Où trouverons-nous ces masse remplissage?

Mr. de P. Nous avons deux sources d'où nou tirons. La première est la caverne volcanique, la conde la surface supérieure des roches et l'océan. C mençons par la première et représentez vous la v de la caverne dont il tombe des débris crévassés pa chaleur. La croute de quarz primitifs étant épuisée endroits où cette chaleur opéroit le plus fortem elle attaqua les granites, qui eurent en général le m sort; mais comme ils contiennent du feldspath et mica, qui sont moins difficiles à fondre que le quarz en est résulté un commencement de fusion, qui, jo à l'action de l'eau, a dû changer la structure du graı plus ou moins fortement selon les degrés de chaleur ont eu lieu, selon la quantité d'eau qui entra dans procès et selon le tems pendant le quel les masses g nitiques ont été exposées à cette action réunie de la c leur et de l'eau. Cette dégradation des voûtes volca ques a pu s'étendre jusqu'aux phyllades, aux roches a

phiboliques et calcaires d'ancienne formation, et ces nouveaux produits, très modifiés par cette action et par le mélange même de ces diverses roches, doivent avoir obtenu un caractère qui tient de la cristallisation et de la vitrification.

La seconde source nous ammène d'en haut par les crévasses faites dans les voûtes, et même par les filons lorsqu'ils n'éjettoient pas de matières solides, quantité de débris des roches déja formées et charriées par les courans; et nous ne nous étonnerons parconséquent plus de trouver dans les filons même des débris organiques, des morceaux de charbon de terre, des os, des coquillages etc.

Mle. de L. Mais ce charbon de terre devoit se brûler dans ces immenses fournaises? Comment a-t-il pu s'y conserver?

Mr. de P. Rien ne brûle, madame, dans les foyers volcaniques, par ce qu'il n'y existe pas d'oxigène libre. Au reste votre objection n'en est pas moins fondée; car le charbon de terre et l'eau, tous deux à la chaleur rouge, se décomposent mutuellement, et ce qu'on retrouve de houille dans les filons (trouvaille au reste assez rare) n'est que le reste de ce qui n'a pu se décomposer faute d'eau ou de tems. Peut-être aussi que la grande pression volcanique, en retardant le développement du gaz hydrogène, empèche la décomposition.

Le jeune de L. Permettez moi de jouer un moment le Géologiste. Ce que vous nous avez dit sur les masses de roches, qui tombent successivement de la voûte du foyer volcanique, me donne l'idée qu'on pourroit juger de l'âge relatif des filons par les matières qu'ils contien-

nent. Ainsi ceux qui sont remplis de gangue sont les anciens; ceux qui nous offrent du granite modifi suivent; viennent après ceux qui contiennent les mens du phyllade, et ainsi de suite.

Mr. de P. Il y a bien quelque chose de vrai, et qui pourroit même s'étendre aux métaux réunis masses de roche; mais n'oubliez pas, mon cher, procès volcanique n'a pas causé partout les éru en même tems et que parconséquent votre hyp ne pourroit avoir lieu que pour les filons qui p d'un même foyer; n'oubliez pas que le cas a pu lieu où l'orifice du canal du filon n'étoit pas ass pour atteindre les matières siliceuses qui étoien bées les premières et qu'il s'est fait tant de m dans ces immenses usines que très souvent nous n vons pas reconnoitre que c'est telle roche ou tell qui fait la base du nouveau produit.

Mr. de L. Vous faites bien de ne pas per à mon fils de donner tête baissée dans touses les c sions hazardées qu'on peut tirer de vos principes. part il ne faut plus de circonspection qu'en Géol

Mr. de P. Je suis bien de votre avis; mais nesse à ses droits, et notre Capitaine s'en sert ici, toujours, avec esprit et modestie. Mais vous vo Général, récrié tout-à-l'heure sur les détails o science se permet d'entrer. Me pardonnerez-v vous mener encore plus loin?

Mde. de L. Nous en serons sûrement tous més, et moi la première, pourvû que vous vous ab de donner trop d'éloges à mon fils.

Mr. de P. Je vais, madame, recompenser en

tems et votre zèle géologique et votre sagesse maternelle, en vous parlant de cristallisation. Nous n'avons pas encore observé cet acte aussi important que mystérieux dans le réfroidissement de la gangue, et vous imaginez facilement qu'il y a là quelques fruits agréables à cueillir.

Si vous vous rappellez que la masse de la gangue est composée de morceaux détachés de la croute intérieure de la voûte volcanique, dissouts dans l'eau sous l'action d'une très haute température et d'une pression énorme, et qu'il se joint à cette masse quarzeuse plusieurs substances étrangères ammenées par l'eau, soit en état de solution, soit en état de débris, vous concevrez aisément que la masse gangueuse, quoique mêlée par les grands mouvemens aux quels elle est exposée dans son état fluide au fond de la caverne, n'est pas toujours une masse parfaitement homogène, mais que le plus souvent il s'y trouve des stries diversement colorées, de petites masses encore à l'état concret et des masses mélangées plus ou moins opaques. Si vous ajoutez à cela que la masse principale est du quarz pur et transparent, vous aurez une vraie idée de la gangue à l'état fluide.

Mde. de L. Je crois comprendre cela.

Mr. de P. Ainsi nous pouvons faire agir la cristallisation. Nous avons déja observé comment elle repousse l'eau superflue et forme par là les géodes. Voyons à présent quel sera l'effet partiel du réfroidissement sur les différentes matières de la gangue. Les oxides et

les terres, qui ne sont pas combinées au quarz, sont dans l'état concret et opaques. Ainsi ils forment, par leur mélange à la masse siliceuse fluide, une espèce de boue plus ou moins colorée. Or nous savons qu'une eau trouble, bourbeuse, se cristallise à un moindre dégré de froid que l'eau claire. Ainsi nous sommes en droit de conclure que dans notre masse gangeuse les portions de cette masse, où le mélange à lieu, se doivent cristalliser par le réfroidissement plus tôt que celles qui ne sont composées que de quarz pur, et que l'accélération du coagulement sera d'autant plus marqué que les matières contiendront plus de parties concrètes.

Mais ce n'est pas tout. Supposez que voilà deux masses A et B (fig. 91.) qui viennent de se cristalliser dans une masse encore fluide de quarz, et qu'il se trouve entre deux d'autres parcelles c, c, c de substances opaques prêtes à se cristalliser, il est clair qu'elles chercheront un point de réunion où la cristallisation se forme déja, et que parconséquent elles avanceront vers les masses A et B, et se joindront à elles, si les distances ne sont pas trop grandes.

Mr. de T. Ainsi vous supposez à la cristallisation une sphère d'activité, d'attraction, qui agit à des distances visibles.

Mr. de P. Je crois le devoir, si je considère l'arrangement des particules cristallines comme un effet de l'électricité qui se produit par la cristallisation même et qui seule explique pourquoi la cristallisation (celle qui ne se fait pas par évaporation) exige des points

concrets sur les quels elle dépose ses petites masses. Au reste je vous prie de considérer ce morceau d'agate que j'ai apporté dans le dessein de vous montrer cette attraction de masses concrètes. Observez ici (fig. 92.) ces deux masses opaques A et B B B. La première est d'un blanc sâle rougeâtre, la seconde rouge à sa partie concave, bordée à sa partie convexe d'une bande étroite d'un blanc parfait; les coins sont striéés de bandes plus fines mais rougeâtres.

Le jeune de L. La partie intérieure rouge est également striéé.

Mr. de P. Fort juste, et toutes ces stries indiquent déja que la cristallisation s'est faite à petites époques, attaquant successivement les masses disposées à se prêter à son action. Mais ce qui nous importe le plus pour le moment, ce sont ces parties blanches et opaques c, c, c, qui se trouvent entre les deux grandes masses, comme nageant dans le quarz le plus transparent et qui ont l'air d'être encore en route pour se joindre à ces masses déja solides.

Mr. de R. En effet, les grandes masses semblent se disputer ces particules à qui en attirera le plus, et on croit voir que, pendant que ces particules s'avançoient chacune de son côté, la cristallisation du quarz où elles flottoient, les a surprises et fixées chacune où elle se trouvoit dans cet instant.

Le Comte C. L'on voit souvent de ces morceaux d'agate dans les cabinets de Minéralogie. Mais j'avoue que je n'ai jamais songé à vouloir pénétrer ces effets de la cristallisation.

Mr. de L. Qui diable y songeroit? On voit dans ces cabinets tant de merveilles qu'il est impossible de fixer l'attention sur l'une ou l'autre; et puis il faut tant de connoissances pour voir de cette manière.

Mde de L. Veuillez, monsieur de P., nous expliquer bien clairement comment ces particules blanches se sont rangées de cette manière.

Mr. de P. Volontiers, madame. Nous supposons que les grandes masses opaques A et BBB se sont cristallisées les premières à raison des substances hétérogènes qu'elles contiennent. L'électricité, développée par ce procès aux points saillants, a dû attirer les petites masses blanches les plus voisines et causer leur cristallisation par le contact. Ces nouvelles cristallisations ont produit une nouvelle électricité qui a fait le même effet sur les voisines, qui à leur tour ont causé la cristallisation des suivantes. Et si vous observez que chaque point saillant de ces petits corps cristallisés a sa sphère d'activité à lui, vous concevrez aisément que, quoique la direction générale de ces petites masses soit perpendiculaire au contour des deux grandes masses, cependant l'assemblage de toutes les parties offre un ensemble très irrégulier. Nous voyons des effets tout semblables dans les figures électriques de Lichtenberg et surtout dans les végétations métalliques, c. à. d. une irrégularité presque infinie, soumise à des directions générales.

Mde. de L. Nous menerez-vous encore plus loin, monsieur de P.?

Mr. de P. Veuillez, madame, m'accompagner encore quelques momens et jetter les yeux sur cet autre morceau d'agate (fig. 93).

Mde. de L. Ah! quelles jolies figures! Voyez ces rouleaux comme de papier blanc dans de l'eau rouge, ces mousses de couleur orange etpuis ces feuilles si régulièrement pliées en angles les unes autour des autres! *) Comprendrons-nous quelque chose à cela?

Mr. de P. Voyons, madame. Considérez d'abord ce que vous nommez des mousses. Ce sont de petites portions de matière non cristallisables, des oxides mêlés d'un peu d'alumine ou d'une autre terre, vraisemblablement une espèce de jaspe. Mais veuillez remarquer qu'il s'en trouve une parcelle ou plutôt un fil au milieu de chacun de vos rouleaux de papier blanc et qui en fait l'axe. Quand on observe ces jolies petites figures à la loupe, l'on s'aperçoit que le centre, la mousse, n'a pas une figure précisément ronde, mais irrégulière, et que la figure des rouleaux se règle sur celle-là.

Le jeune de L. Je vois cela à la vue simple. Voilà en outre un de ces noyaux qui s'étend en longueur; ses feuillets pliés de la même manière se sont engagés avec les feuillets circulaires de son voisin. En général tous ces petits systèmes de feuillets ont l'air d'exercer

---

*) On ne livre ici qu'une foible equisse de ces feuilles, le burin ne pouvant rendre les teintes délicates qu'elles offrent dans leur coupe inclinée, où l'oeil aperçoit non seulement les coupe mais aussi les feuilles mêmes, comme nageant dans le fluide transparent.

une réaction les uns sur les autres et d
de se partager la masse opaque.

Mde. de L. Rendez moi, mon fil
veux aussi faire une observation. M'y
trouve entre quatre de vos systèmes un
matière blanchâtre est restée disséminée
des feuillets. Il faut qu'elle soit arrivée
se réunir à ces différents systèmes.

Mr. de P. Cela paroit ainsi. Mais
madame, la belle figure anguleuse com
ment de rubans parfaitement blancs. V
dans son milieu, ni à la vue simple ni a
aucune particule concrète, et nous devon
là qu'elle s'est formée d'une autre manièr
leaux que nous venons d'observer. Rem
est entourée de tous côtés par des système
de sorte que ses feuillets ne sont propre
portions de rouleaux appartenants aux
sins et qui se coupent à leur rencontre,
nent les angles aigus et obtus de cette joli

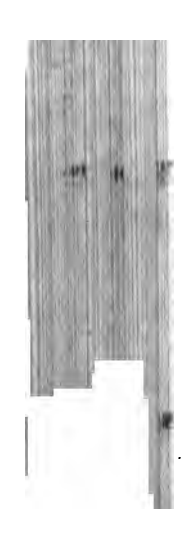
Mr. de L. Ainsi tous ces dessins de
nous offrent les agates, proviennent origi
l'action de ces petites portions de terres n
bles sur les masses qui les entourent. C
plait par sa simplicité, et je conçois que,
eutes fait ces belles observations, vous aye
pothèse des infiltrations.

qui forment des agates striées ou des suites de calcédoine, de quarz, d'améthyte de jaspe etc., en sorte qu'une seule géode offre souvent une vingtaine de ces couches concentriques autour des superbes cristaux de quarz ou d'améthyste qui en ornent l'intérieur. Les noyaux du Mandelstein nous en offrent souvent encore davantage. Est-il possible de s'imaginer que cela ait pu se faire par infiltration et comment concevoir que l'océan ait si souvent changé de nature, ou que la pâte du mandelstein ait fourni à point nommé et en portions si distinctes les substances qui composent les géodes qu'elle contient?

Mr. de P. Ajoutez à cela que l'eau froide ne dissout pas un atome des masses qui forment les géodes, et que si ces petits mondes quarzeux devoient leur existence à l'infiltration, aucun d'eux ne pourroit être entièrement rempli.

Mr. de R. Et comment l'infiltration expliqueroit-elle les petits systèmes de feuillets que les agates nous offrent?

Mr. de P. Vous faites bien de nous rammener à ces feuillets. Je dois ajouter que la figure anguleuse que nous venons d'observer, qui n'a ici qu'un pouce de longueur sur un tiers dans sa plus grande largeur, est souvent bien plus grande et a quelque fois bien plus de largeur à proportion de sa longueur, ce qui lui donne l'air d'un dessin de fortification et a fait donner à l'agate qui porte ces figures le nom allemand de



ces que les autres. Il en est de même
feuillets cylindrinques; de sorte que l'a
que, qui trie ainsi les différentes subst
former des feuillets, n'agit guères à d
distances que d'un quart de ligne.

Mde. de L. Mais comment se fait
gulier qui produit les feuillets et les roul

Mr. de L. Ce cera de nouveau la
cienne, l'Électricité, qui se chargera de

Mr. de P. Nous verrons. Supposez,
la masse entière de notre agate, petit c
pur et de substances opaques, se soit r
gré nécessaire pour permettre la cristal
matière des feuillets et rouleaux, et rappel
sent la cristallisation de l'eau salée par co
j'ai eu l'honneur de vous expliquer à la
de la Chimie. Vous savez que la majeur
se sépare de l'eau au moment où celle-c

saturée de sel de quarz. Le tout doit donc se cristalliser en feuillets composés de la substance la plus facile à se cristalliser par réfroidissement. Placez à présent, madame, vos mousses, ces particules de jaspe, dans cette masse; elles agiront comme matières concrètes et leurs points saillants détermineront la figure et l'emplacement des feuillets, c. à. d. en feront des rouleaux concentriques. La cristallisation du premier rouleau produira, au moyen de l'électricité qu'elle développe, la cristallisation du second, et ainsi de suite.

Mr. de L. Comment ai-je pu ne pas me rappeller la cristallisation feuilletée de l'eau salée, qui explique si naturellement tout le phénomène?

Mr. de P. Cette théorie explique également la formation de ces agates striées qui ne contiennent pas de quarz pur, mais ne sont composées que de substances colorées, plus ou moins opaques, comme les coins de notre premier morceau d'agathe. Car ces substances de diverses couleurs et de divers degrés d'opacité doivent être soumises aux mêmes lois.

Mde. de L. Je conçois cela, et je ne puis vous exprimer combien je vous suis reconnoissante pour toutes les belles choses que vous nous avez dites ce soir sur la cristallisation. Jamais je n'aurois imaginé que les principes, que vous nous avez donnés autrefois avec tant de modestie sur la cristallisation, fourniroient l'explication de phénomènes si compliqués.

Mr. de P. Votre extrême bonté, madame, peut

seule ici parler de reconnoissance, votre simple suffrage m'étant infiniment précieux. Demain j'aurai l'honneur de vous offrir des conséquences tirées des principes que nous avons eus aujourd'hui, conséquences qui auront une influence générale sur la Géologie.

Cent seizième entretien.

Mr. *de P.* La théorie de la formation de la gangue, dont nous nous sommes occupés hier, ne se restreint pas à ces petites masses resserrées dans les filons, mais s'étend à un grand nombre d'autres plus considérables. C'est elle qui nous expliquera encore la formation des *lits*, de cette nombreuse classe de roches isolées, nichées en quelque sorte entre les autres couches, absolument étrangères à la suite où elles trouvent.

Mr. de R. Ainsi la formation de la gangue est comme un thême de Musique, sur le quel il a plu à la Nature de faire mille variations.

Mr. de L. La comparaison est au moins nouvelle et voilà la formation de votre globe qui devient un grand opéra. Le tintamarre, au moins, n'y a pas manqué.

Mr. de G. Elle n'est pas si nouvelle, cette compa-

raison. Navons-nous pas tous assisté à la Création de Hayd'n?

Mr. de T. Tout juste; et je n'y vois qu'une différence, c'est que le Physicien commence son opéra par le piano de la cristallisation générale et le Musicien sa Création par un forté infernal qui met le timpan de nos oreilles en danger de crever.

Le Comte C. Poussons la pointe, et nous arriverons bientôt à une fameuse définition que nous devons aux Philosophes de la Nature. L'Architecture, nous disent ces messieurs, est de la Musique gelée.

Le jeune de L. A quoi ils devroient ajouter que la Musique est de l'Architecture volatilisée.

Mr. de V. Je ne doute pas qu'ils ne le fassent. Mais tout cela n'est pas de la Géologie.

Mr. de P. Eh bien! Revenons aux lits. Que pensez-vous, madame, de leur origine?

Mde. de L. Puis qu'ils ne peuvent appartenir au grand procès de la cristallisation, nous en ferons des éjections volcaniques.

Mr. de P. Vous vous effraieriez, madame, de votre réponse, si vous saviez combien de roches, si différentes les unes des autres, si différentes de la gangue et des éjections volcaniques d'aujourd'hui, vous comprenez sous cette définition.

Mde. de L. Est-elle donc fausse? Si cela est, corrigez moi bien vite.

Mr. de P. Non, madame; elle est très juste. Les Géologistes précédents ont eu tort de ne déclarer productions volcaniques que ce qui ressemble aux laves, aux rapillis, aux tufs, etc. Car les masses de roche, ou détachées de la voûte des cavernes volcaniques ou amenées dans ces grandes usines par les éruptions et les courans, ont subi différents degrés de chaleur, se sont combinées avec plus ou moins d'eau, ont été exposées à cette double action plus ou moins longtems, ont trouvé plus ou moins d'autres matières avec les quelles elles se sont mêlées, et ont par conséquent éprouvé plus ou moins de changemens. Ces Géologistes ont tort encore de ne présumer une action volcanique que là où ils en retrouvoient les traces à la surface de la Terre ou à quelques cents pieds au dessous, supposant que la masse entière de l'écorce de notre globe a été formée avant le commencement des opérations volcaniques, tandis que ces opérations ont eu lieu pendant que se faisoit le dépot général de cette masse et que leurs vestiges ont été souvent ensevelis par la formation de nouvelles masses ee roche.

Le Comte C. Mais si ces masses, que vous nommez lits, semés comme au hazard parmi les roches de la formation générale, varient si fort entre elles et tiennent plus ou moins de la nature de ces roches, elles-mêmes si variées, comment les reconnoitra-t-on avec sûreté? L'erreur me paroit ici presque inévitable.

Mr. de P. Pas autant qu'il paroit au premier coup-d'oeil. Cherchons, monsieur le Comte, les caractères que les masses éjectées par les volcans doivent ou peu-

vent avoir. Si nous venons à bout de fixer ces caractères nous ne courrons que le risque de compter encore quelques roches au nombre de celles de la formation générale, qui appartiennent en effet à la formation volcanique; mais nous ne tomberons certainement pas dans l'erreur opposée.

Mr. de L. Je serai charmé de connoître ces caractères; ce sera le dernier débrouillement du cahos.

Mr. de P. Nous savons que l'alumine ne se résout et parconséquent ne se cristallise que par les acides, seuls ou combinés avec les alkalis, ou bien par sa réunion à une portion majeure de silice. Ainsi, lorsque nous trouverons cette terre sans mélange et cristallisée, comme par ex: dans le saphir, nous jugerons qu'elle n'a pu se dissoudre et se cristalliser que par l'action d'une très haute chaleur secondée d'une pression très considérable, c. à. d. que le cristal qu'elle offre est un produit de l'action volcanique.

Il en est de même des oxides de métaux portés à l'état de cristallisation. Nous retrouvons cet état à son degré le plus bas dans le deutoxide de fer que nous composons par la vapeur d'eau à l'aide de la chaleur rouge.

Mr. de R. Nous connoissons ces paillettes cristallines que vous avez découvertes dans vos expériences sur la décomposition de l'eau.

Mr. de P. Voici les caractères que je vous ai promis.

Tous les cristaux et toutes les masses cristallines, composées de couches comme la gangue

des filons, sont de nature gangeuse et leur formation est volcanique. Il en est de même des masses rondes composées de couches concentriques plus ou moins distinctes les unes des autres. Car comme nous nous sommes bien persuadés que ces masses ne peuvent pas avoir été formées par infiltration, et qu'elles ne peuvent également pas être des produits de la formation générale, nous devons les ranger dans la classe des productions volcaniques.

Toutes les masses arrondies, qui ont un vide intérieur tapissé de cristaux, sont de vraies géodes et leur substance une masse gangeuse.

Toutes les roches, circonscrites par des roches de formation générale, et qui n'offrent point de passage avec celles-ci, ou qui leur sont agglutinées, soudées, par une espèce de fusion, sont des produits volcaniques, quelque grande que soit leur ressemblance avec telle ou telle autre roche de formation générale.

Le Comte C. Pour vû que la ressemblance ne soit pas parfaite; car la masse du lit doit avoir nécessairement souffert quelque altération pendant son séjour dans le foyer volcanique.

Mr. de P. Assurément. Et j'ajoute au caractère précédent que toute roche de formation générale, qui porte à sa surface supérieure des traces de décrépitemens, des cassures partielles, comme on les observe dans le toit et le mur des filons, sont couvertes d'une roche volcanique, quoique toutes les roches volcaniques n'aient pas toujours produit ces effets, leur masse n'ayant peut-être pas été assez chaude, à raison du

court séjour qu'elles ont pu faire dans la caverne volcanique.

Toutes les roches et toutes les pierres qui ont la structure de la lave, en partie compacte, en partie poreuse ou bulleuse, sont d'origine volcanique.

Toutes les roches qui contiennent de la masse gangeuse ou des productions volcaniques du genre de celles que les volcans d'aujourd'hui produisent, ont fait un séjour dans le foyer volcanique, si ces masses étrangères sont soudées à la roche. C'est par là qu'on les distinguera des conglomerations ordinaires que la classe nombreuse des grès nous offre.

Le Comte C. Voilà bien des caractères et je conçois à présent qu'ils doivent nous instruire avec assez de sûreté si telle roche est un lit ou une roche ordinaire.

Mr. de P. Je ne doute pas qu'il n'existe bien des cas où un seul de ces caractères n'y suffiroit pas, par ce qu'il n'est pas assez prononcé, le Géognoste ne pouvant découvrir que de très petites surfaces des roches qui composent l'écorce de notre globe. Mais on trouvera de règle plusieurs de ces caractères réunis et alors le jugement qu'on doit porter ne sera pas douteux.

Il existe peut-être encore un caractère supérieur à tous ceux que je viens de vous offrir et qui se trouvera un jour dans la cristallisation. Si vous vous rappellez ce que nous avons dit sur la cristallisation générale des roches et sur celle qui a lieu dans le foyer des volcans, nous pourrons distinguer deux espèces de cristallisations, que nous désignerons par les noms de *cristalli-*

sation froide et de *cristallisation chaude*. La première est produite par la combinaison immédiate des acides avec ses terres, les alkalis, les oxides. La seconde est produite par la fusion des sels ou des terres pures à la chaleur rouge sous une très grande pression, et doit parconséquent tenir un peu de la nature de la vitrification. N'existeroit-il pas quelque caractère distinctif entre ces deux espèces de cristallisation, exprimé par la position des fissures et la figure des surfaces?

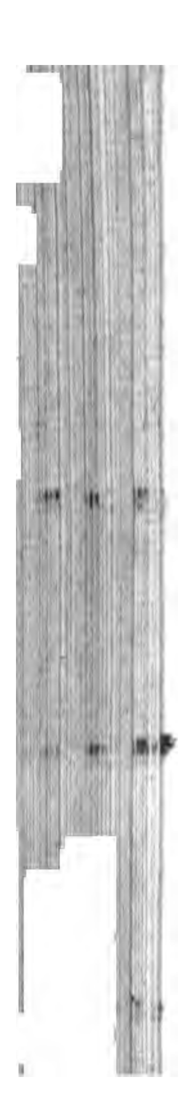
Mde. de L. N'avez-vous pas fait quelques expériences là-dessus?

Mr. de P. Non, madame. Je suis trop peu Minéralogue pour cela. C'est un problème digne d'un Haüy et au dessus des forces d'un pauvre Physicien, qui a d'ailleurs trop à faire. Mais, quoi qu'il en soit de ce nouveau caractère présomptif, appliquons les autres à certaines roches dont l'origine est au moins équivoque dans les Géologies de mes prédécesseurs.

Le Comte C. Je suis curieux de voir jusqu'où cela nous conduira.

Mr. de L. Ce ne sera pas la première fois que monsieur de P. nous mènera plus loin que nous ne voulions aller. Mais cette fois-ci je me tiendrai mieux sur mes gardes.

Mr. de P. Vous ferez fort bien, mon cher Général, puisque ce sera pour la dernière fois. Commençons par le *Mandelstein*, qui réunit presque tous les caractères volcaniques, et considérons d'abord les



noyaux. Ils sont de vraies *géodes*, com
loppes concentriques de diverses couleu
fois vides à l'intérieur, le plus souvent pl
j'ai eu l'honneur de vous le dire dans la
mandelstein. Les noyaux qui sont en fo
offrant à leur bout des cercles concentri
être considérés comme cassés à la poin
ayant été joints à un autre noyau, dont ils
rés par une fracture, dont on peut imagi
causes. Ainsi ces noyaux sont bien dé
production volcanique, et par conséquent
dans laquelle ils se trouvent enveloppés.

Mais cette pâte elle même a des carac
cidés de vulcanité; car elle ressemble
ovales presque parfaitement aux laves ord
n'en diffère qu'en ce que, au contraire
partie compacte se trouve en haut et la p
en bas.

Mr. de T. Cette différence me p
ritique.

Mr. de P. Vous vous trompez, m
Elle dépend uniquement d'une circonsta
que les laves s'écoulent dans l'air et les

pant au travers de l'océan, renouvelle continuellement l'eau froide à la surface de la masse déjettée. La première de ces deux causes n'a pas du tout lieu sur les laves de nos volcans actuels et la seconde ne cause pas la millième partie du réfroidissement que l'eau produit, l'air à raison de son peu de densité et de sa petite capacité pour la chaleur, ne pouvant exercer qu'une très foible action par ses courans. Ainsi la partie supérieure d'une lave de mandelstein doit se réfroidir très vîte et former une croute compacte dans laquelle les bulles de vapeur ne peuvent pas se disséminer.

Mr. de R. Ainsi les vapeurs se forment sur le terrain, que les mandelsteins couvrent, comme cela a lieu pour les laves, et ces bulles ne s'élèvent dans la masse que jusqu'à la hauteur où cette masse a encore assez de fluidité pour les laisser passer. Mais cette production de vapeur doit causer bien des fracassemens à la surface du terrain sur le quel le mandelstein brûlant se dépose.

Mr. de P. Assurément et l'observation nous apprend que cela a lieu. Bien plus: on trouve plusieurs lits de mandelstein les uns sur les autres (produits de déjections successives) entre les quels on rencontre ces débris des deux masses dans les fissures de superposition, mêlés souvent à des débris d'autres roches ou de terres que les mouvemens de l'océan y ammènent dans l'intervalle des déjections.

Mde. de L. Vous avez bien raison de dire que le mandelstein réunit tous les caractères d'une roche volcanique.

Mr. de P. Ce ne sera pas toujours l
autres lits que j'aurai l'honneur de vous n
sont par ex: les *Jaspes*, masses argileus
dont la cassure, très lisse sans être luisan
si fort à celle de la porcellaine ou d'un
qu'on ne peut s'empêcher de croire que
gileuses ont été cuites. Mais ce qui co
cette opinion, c'est le jaspe strié de band
couleurs . . . . .

Le Comte C. Cette preuve me paro
vu des concrétions calcaires, vrais dépots
lement striés, composés de couches colo
tinctes.

Mr. de P. Trop distinctes, monsie
pour faire objection. Car elles n'ont poin
et de plus elles sont très régulières, co
l'attendre de masses déposées sous les aus
pos parfait. Mais les bandes ou rubans
frent nulle part cette régularité; elles so
des passages souvent très larges, en sor
fondent les unes dans les autres par des n
ceptibles. Quelquefois même les jaspes r
la couleur près, aux laves du genre du Pipe
des flammes grises dans une masse blanch

roche inférieure et du jaspe lui-même, comme cela a lieu dans les lits de mandelstein. Je range dans la même classe des lits de *porphyre jaspé*, le *pétrosilex rétinique* et autres roches semblables qui portent les mêmes empreintes de l'action de la chaleur.

Mr. de L. Et vous vous rendez, monsieur le Comte?

Le Comte C. Que faire?

Mr. de P. Passons, Général, à un autre genre de roches qu'on nomme *roches cornéennes*, le Hornstein des Allemands. C'est du quarz impur, peu transparent, dans le quel se trouvent d'autres terres mélangées, qui forment tantôt des stries larges et peu distinctes, tantôt des espèces de nuages ou d'autres figures indéterminées, dont les bords se perdent plus ou moins dans la masse totale. C'est évidemment de la masse gangeuse malpropre, dont les parties, hétérogènes au quarz et abondantes, ont été longtems travaillées dans le fourneau volcanique par les grands mouvemens que nous y connoissons. Cela est si vrai qu'on les nomme souvent, au moins quelques espèces, quarz-agates grossiers. La *pierre à fusil* est de ce genre et doit être comptée au nombre des gangues, dont la texture paroit tenir plus à la vitrification qu'à la cristallisation. On ne la trouve pas en roches formelles, mais en masses arrondies de toute grosseur. Sa ressemblance avec la gangue décéleroit déja l'origine volcanique de cette pierre, si elle n'étoit pas attestée par les stries et les nuages qui font une grande partie de sa masse et par son existence en morceaux arrondis. Ni la formation générale, ni l'infiltration ne peuvent avoir composé ces masses.

Mr. de L. (d'un ton grogneur.) Nous avons abandonné l'infiltration comme un rève insoutenabl

Mr. de P. Vous paroissez fâché, Général, de aujourd'hui la somme des productions volcaniques s croitre. Que direz-vous donc, si je range la *Craie* c cette classe?

Mr. de L. Que vous vous jouez de nous et de tre ignorance. Quoi? la craie, cette masse calcair terreuse, si friable, où l'on ne découvre pas le moir vestige de cristallisation ou de vitrification, devra a avoir séjourné dans les cavernes volcaniques, avoir l'action réunie du feu et de l'eau.

Mr. de P. Préférez-vous admettre que le q se change en craie, la silice en chaux?

Mr. de R. Pourquoi cela?

Mr. de P. Par ce que c'est l'opinion de bien Géologistes, qui ne peuvent expliquer comment la c se trouve toujours parsemée de morceaux et de b de pierre à fusil et qu'on ne retrouve cette pierre l des filons que dans la craie, à laquelle elle se joint i mément par voie de soudure; ce que l'on a pris p la preuve d'une transmutation de silice en chaux ou chaux en silice.

Le Comte C. Ce fait est-il avéré?

Mr. de P. Par tous les Géognostes.

Mr. de L. N'importe: Ce fait seul de la co-e tence de ces deux fossiles ne suffit pas. Expliquez n bien clairement comment la craie s'est formée.

Mr. de P. (souriant.) Volontiers, comme si je l'avois faite moi-même. Représentez vous le foyer d'un volcan dans son état ordinaire, ayant à son fond de la gangue fluide, et supposez qu'une éruption ait ouvert un canal dont l'orifice inférieur n'atteigne pas tout-à-fait la gangue, et le supérieur se trouve dans un calcaire non cristallisé, encore neuf et mou. Le volcan n'émettra que du gaz et des vapeurs, et recevra d'abord après, par le même canal, ce calcaire qui se précipitera dans la caverne, s'y mêlera avec la gangue dispersée en morceaux de toute grosseur par la violence de la chûte du calcaire. L'eau de l'océan qui accompagne le calcaire se vaporisera subitement et effectuera une éruption qui rechassera le calcaire hors du volcan avec les morceaux de gangue qu'il a enveloppés dans sa msase.

Mr. de L. Mais la chaleur volcanique n'eut-elle pas chassé l'acide carbonique de la craie?

Mr. de P. Non, mon Général. La grande pression, sous laquelle cette opération se fait, s'y oppose. Outre les expériences déja alléguées et qui prouvent que cette pression arrête le dégagement des gaz, nous en avons du Géologiste anglois James Hall, qui prouvent directement qu'une petite pression, telle que nous pouvons la réaliser dans nos expériences, retient l'acide carbonique dans la pierre calcaire soumise au feu de réverbère.

Voulez-vous une autre origine de la craie, vous pouvez imaginer que l'action volcanique ait détaché auparavant de la voûte de la caverne le quarz primitif et le granite et que le tour soit venu à un calcaire primi-

tif, qui, arrivé au fond du foyer, a été travaillé par l et ensuite déjetté.

Mais je dois encore fixer votre attention sur les de gisement et la texture de la craie. Ce minéral fre point, comme les autres roches calcaires, de ches régulières avec des surfaces parallèles entre C'est toujours un amas confus, désordonné, av surface inégale et irrégulière, précisément comm devroit être si elle avoit été déjettée à plusie prises en forme de pâte. Sa texture est pa ment terreuse, comme le seroit un calcaire t broyé dans de l'eau et séché depuis. Quelques d'oxides et d'alumine, qui s'y trouvent, ne ressem point à des couches très minces précipitées rég ment, mais attestent par leur irrégularité des m mens confus dans cette masse.

Mr. de L. Et si l'on ajoute à ces caract présence des morceaux de pierre à fusil, soud pâte, il n'est plus douteux que la craie ne soit sile déjetté par un volcan.

Mde. de L. (étonnée.) Mon ami! Vous voi réconcilié avec la Géologie?

Mr. de L. Brouilleries d'amans ne dur longtems. Vous en faites l'expérience tous les

Mde. de L. Et cette expérience est mon b

Mr. de V. (souriant.) Je ne savois pas, que moi, votre très humble amant, j'aie l'hon le bonheur de me brouiller tous les jours avec v

(Toute la société part d'un éclat de rire.)



Mde. de L. Non, mon cher monsieur de V.; vous êtes un amant avec le quel je ne me brouille jamais; mais celui-là (en montrant le Général) me deviendroit bientôt infidèle si je ne le fâchois pas quelquefois.

Mr. de L. Aimer et gronder; c'est le bonheur de la vie!

Mr. de T. Les stries avec leurs passages et autres figures indéterminées étant des indices de l'action volcanique, vous rangerez apparemment les *marbres* au nombre des roches qui ont subi l'action volcanique.

Mr. de P. Pardon, monsieur de T., cette application du principe me paroitroit un abus, par ce qu'un seul indice ne me semble pas suffisant. Et puis les figures des marbres ont généralement un caractère assez différent de celles que nous avons observées dans les roches précédentes. Je ne nie au reste pas précisément que certains marbres n'aient peut-être fait leur tournée volcanique comme les craies; mais je suis loin de vouloir l'affirmer. Si cela est, la roche dont ils sont nés a été un calcaire primitif et cristallisé, mais dont la cristallisation a été modifiée par l'action volcanique.

Je jette à présent une nouvelle pomme de discorde dans notre entretien. Les *Basaltes* sont des productions volcaniques.

Mr. de L. Je m'y attendois; mais je ne vous ferai pas cette fois-ci le plaisir de me réfuter. Je crois d'avance à la volcanité des basaltes.

Mr. de T. En Physique, Général, il ne faut pas croire, mais voir.

Le Comte C. Nous serons assurément tous char-

més de connoitre l'ultimatum qui a terminé la
dispute sur les basaltes.

Mr. de P. Je ne vous ennuierois pas peu,
sieur le Comte, vous et toute notre aimable socié
je vous alléguois tout ce qui a été dit et écrit p
Neptunistes et les Volcanistes sur ce fécond cha

Les raisons, qu'on a données pour faire du
une roche ordinaire, peuvent se réduire à trois
première est son gisement entre des roches qu
demment ne sont pas volcaniques, telles que le g
le gneufs, les calcaires etc. même des houilles. M
est clair que les volcans émettent leurs masses su
tes les espèces de terrains; nous en avons des e
ples presque journaillers dans nos volcans encor
tifs. La seconde est que l'on trouve par fois dans l
térieur des basaltes plusieurs espèces de coquillages
rins. Mais on ne peut alléguer aucune raison pour
la masse des basaltes ne pourroit pas contenir de
vestiges de l'ancien monde organique avant qu'
aient été précipités dans le volcan; et rien ne
force d'admettre que ces coquillages aient dû être
composés ou détruits par l'action volcanique,
comme nous savons, ne dégage pas l'acide carbo
ni même l'eau de sa combinaison avec la chaux.
troisième raison est la structure singulière du ba
que vous connoissez. On considéroit les fentes qu
tagent la masse en prismes, comme provenantes d
sèchement de la masse basaltique. Mais a-t-on j
vu une masse d'argile, ou toute autre semblab
forme de pâte, qui ait si peu de retrait par le
chement? Les fissures du basalte sont extrêm

[redacted]

ites. Elles sont, il est vrai, très visibles à l'exté-
r par ce que le délitement les a élargies. Mais on
leur donner à l'intérieur à peine $\frac{1}{10}$ de ligne. Or
ous prenons pour base du calcul des prismes hexa-
s de 6 pouces seulement de diamètre, le volume du
our sera à celui de la coupe du prisme, et parcon-
ent aussi les volumes cubiques, dans la proportion
à 377; et comme une circonférence de fissure doit
comptée pour deux prismes, il s'ensuit que le vo-
du retrait ne fait que $\frac{1}{72}$ de la masse solide: pro-
on qui n'est exécutable dans aucune masse pâteuse
se dessèche, mais qui convient très fort à une
e chauffée qui se réfroidit.

Mr. de R. Cela seul prouveroit déja la volcanité
asaltes.

Mr. de P. Vous cédez trop facilement, mon-
de R.

Mr. de G. D'autant plus que, comme nous ne con-
ons pas assez l'état où se trouvoient les masses ba-
ques, ont peut supposer que dans cet état elles ne
enoient que fort peu d'eau, et même que cette
été figée comme eau de cristallisation.

Mr. de P. Cette remarque, mon cher ami, quoi-
très judicieuse, n'est cependant pas fondée. Car
fixation de l'eau, au moins dans la chaux et le
e, augmente le volume de la masse et ne peut par-
équent pas produire des fissures.

Mr. de G. Néanmoins je ne puis me décider à
dérer la petitesse des fentes comme une preuve con-

cluante pour la volcanité des basaltes.

Mr. de P. Je suis du même avis ; et pour ne vous laisser aucun doute, commençons par quelques objections majeures que nous avons à faire aux Neptunistes.

D'abord nous trouvons les couches de basalte répétées jusqu'à 50 fois et plus l'une sur l'autre et très souvent séparées par des couches d'une toute autre roche. Or comme il est impossible d'admettre que le basalte se soit desséché tandis qu'il étoit couvert par l'océan, il faudroit admettre que l'océan se fut retiré cinquante fois et plus pour laisser au basalte le tems de sécher.

Le Comte C. Et puis il faudroit le recouvrir encore un certain tems pour que l'océan déposat la roche étrangère qui sépare les couches de basalte. Quelle singulière mécanique ne faudroit-il pas imaginer pour ces alternations de chûte et de rehaussement de l'océan et de couches de roches! Et cela dans des lieux à part!

Mr. de L. Il me semble en outre que, si l'hypothèse de Werner étoit la vraie, toute la surface de la Terre devroit être couverte de basalte, ou bien il faudroit que la dernière révolution en eut détruit mille fois plus qu'elle n'en a laissé, et nous devrions retrouver ces ruines dans toutes les vallées et sur les bords de toutes les mers.

Mr. de P. Considérons les couches de basalte de plus près. De règle elles ne sont pas homogènes quant à la structure, même lorsqu'elles ne sont pas séparées par d'autres couches. On trouve, comme je crois déja l'avoir dit, des couches composées de prismes à 6 pans

[redacted]

ıre des couches dont les prismes en ont quatre, cinq, t ou huit, et les prismes diffèrent en grosseur d'un ge à l'autre. Les unes ont leurs fissures perpendiaires à l'horizon, d'autres sont panchées plus ou ins, en partie enfoncées dans la couche inférieure. el prodige a pu opérer ces différences par le seul e de la précipitation? Bien plus: Houel nous a desé avec tant de précision des masses isolées de basalte, ıtôt libres, tantôt incrustées dans des couches, qui t une figure à peu près sphérique ou conique, dont fissures sont concentriques et dont la substance est mposée d'enveloppes dont la figure est symmétrique ec la figure extérieure. Comment le procès de la écipitation générale a-t-il pu produire ces blocs? Ce sont pas des morceaux cassés et délités, puisqu'ils t une structure différente de celle des grandes masses ıaltiques dans les quelles ou auprès des quelles elles trouvent.

Mde. de L. Tous ces faits prouvent bien que le ıalte n'a pas été construit comme le granite ou les ıistes. Mais a-t-il des signes distincts et sûrs d'une gine volcanique?

Mr. de P. Assurément, madame; et je ne suis barassé que du choix. D'abord on trouve du basalte rsemé de bulles et du basalte compacte dans la même che, comme les laves ou le mandelstein; tel est celui l'isle Graciosa (une des canaries) décrit par Humldt. Puis on trouve également des basaltes qui se ıngent en laves proprement dites par des passages perceptibles. Il contient quantité d'augites, de leu-

cites et autres cristaux, qui prouvent une origine semblable à celle des laves, et même des géodes, qui prouvent sa parenté avec le mandelstein. Enfin Hausmann, le célèbre Géognoste de Göttingen, nous apprend que le sommet basaltique près de Eschwege, nommé *blaue Kuppe*, est une déjection volcanique dont il a découvert le canal dans une roche de grès rougeâtre. La coupe verticale de cette montagne offre le filon et le lit, tous deux de basalte, mêlé d'un peu de pâte du mandelsteiu.

Mr. de R. En voilà bien assez pour prouver l'origine volcanique du basalte.

Mr. de P. Ainsi le basalte est originairement a lit, une masse pâteuse qui s'est précipitée dans le foyer d'un volcan, comme le calcaire qui a fourni la craie, ou bien une roche de phyllade qui s'est détachée par la chaleur de la voûte de la caverne volcanique comme la masse gangeuse. Il ne nous reste plus qu'à examiner si cette origine explique les phénomènes que nous observons dans les basaltes.

Considérons d'abord les fissures. Nous avons déjà vu qu'elles conviennent fort bien à des masses chauffées et réfroidies en suite. Leur régularité tient à celle du réfroidissement. Car si nous imaginons qu'une grande masse pierreuse et chauffée très considérablement soit plongée dans l'eau, l'extérieur de cette masse se réfroidira à la vérité irrégulièrement à la surface; mais le passage du calorique du dedans au dehors se fera avec une certaine régularité selon la loi de la marche chimique, et les fissures seront perpendiculaires à la base sur la-

lle repose le lit et à sa surface, si l'épaisseur est
ucoup plus petite que la longueur et la largeur, par
que c'est dans ce sens que se fait le plus grand re-
t. Si l'épaisseur du lit est considérable, il se for-
a en outre des fissures parallèles à la surface. Si
aisseur du lit n'est qne de quelques pouces, il ne se
mera pas du tout de fissures, la chaleur pénétrant
z vîte de si minces couches; tels sont les lits de ba-
e, au nombre de plus de cent de l'isle Graciosa. Le
alte étant une substance qui se délite facilement, la
ace du lit, qui s'est réfroidie très vîte par le contact
médiat de l'eau froide et crévassée par là en tout
, se délitera encore plus aisément et les mouve-
ts postérieurs de l'océan charieront bientôt ces dé-
, ne laissant à découvert que les prismes réguliers.

Mde. de L. Cette explication des fissures de ba-
e n'est-elle pas un peu forcée? J'ai peine à conce-
r cette régularité.

Mr. de P. La concevrez-vous, si je vous l'offre,
dame, comme produit de l'art? Eh bien! Hausmann
us a appris que le grès sabloneux, dont on se sert sou-
it pour en former la base des fourneaux de verrerie, se
uvé quelquefois fissuré perpendiculairement aux deux
faces, comme le basalte, en prismes à cinq ou six
is, par le réfroidissement lent du fourneau.

Mr. de L. La preuve est sans replique. Mais
nment expliquerez-vous les fissures des blocs ronds
coniques? Ici vous n'avez plus vos prismes.

Mr. de P. Rappellez-vous notre théorie des déjec-

tions volcaniques, et vous trouverez que, lorsq
éruption volcanique dure assez longtems pour é
la masse préparée, l'opération se termine par la
tion de petites portions de cette masse irrégulièr
arrondies, qui, lancées ici à une petite hauteur d
mer qui couvre les roches déja formées et le b
écoulé, retombent sur la surface de ce lit. Le c
de l'eau froide en a figé la surface, tandis que
rieur est encore chaud et mou. Si le lit n'est p
core durci à surface, le bloc s'enfoncera dans sa
par sa chute; et s'il est déja durci, le bloc roule
le sens de son inclinaison et s'arrondira davantag
s'il a une figure un peu conique, le roulement
sur sa longueur perfectionnera cette forme. Or, c
la pointe se réfroidit intérieurement plus vite q
base, ce roulement inégal contournera la masse e
en forme de spirale d'escargot. Mais comme dan
tre principe de réfroidissement la position des fi
dépend de la figure extérieure, il est clair que les
isolés doivent être comme composés d'envelopp
répondent à la figure extérieure.

Mde. de L. J'admire la fécondité de ce pri
de réfroidissement, qui se plie avec tant de facili
phénomènes.

Mr. de P. S'il restoit encore quelque dout
la vérité de cette analogie entre la formation du b
et celle de ce grès des fourneaux de verrerie, un
conde observation de Hausmann la lèveroit. Ce
bre Minéralogiste a trouvé dans ces grès beaucou
petites bulles tapissées intérieurement d'une crou

ée ou cristallisée, de sorte qu'il ne faudroit à l'in-
eur de ces bulles que des cristaux parfaits pour en
e des géodes; mais l'eau manque dans ce petit pro-
, et la pression pour l'échauffer au point nécessaire
ır s'unir à la silice.

Le jeune de L. Ces bulles seront naturellement
mées par un peu d'humidité que contenoit le grès,
nidité qui a dû se changer en vapeurs par l'action
feu.

Mr. de P. Les lits de basalte, posés les uns sur les
res, sont des déjections successives; et si vous sup-
ez que ces déjections ont eu lieu tantôt rapidement
ie après l'autre, tantôt à des époques plus ou moins
ignées et dans différents périodes de la précipitation
iérale, vous concevrez que le basalte doit se trouver
immédiatement sur du basalte, là séparé par des
iches étrangères de différentes espèces. Des terres
caires, argileuses, marneuses, forment ordinairement
couches intermédiaires.

La variété des figures prismatiques de Basalte s'ex-
que par les différents degrés de chaleur que la masse
prouvés dans le foyer du volcan, et l'inclinaison des
ures de certains lits par un degré inégal de mollesse
lit précédent sur le quel le second se répand avant
e le premier ait acquis toute sa consistence. Aussi
n observe à la base de ces lits inclinés des refoule-
ns, des cassures, des débris du lit inférieur.

Mr. de V. Que pensez-vous de ces couches inter-
diaires, étrangères, qui séparent les lits de basalte?

Sont-elles aussi des productions volcaniques
dépots du procès général de la précipitation?

Mr. de P. Je l'ignore; je ne sais pas m
superficie de ces couches intermédiaires est s
lit superposé de basalte ou si l'on observe da
sures de superposition des cassures et des
d'autres vestiges de l'action volcanique.

Mr. de L. Je ne m'accommode pas de
ponse.

Mr. de P. Moi non plus. Mais que fa
reste il s'agit ici de savoir si vous êtes satisf
théorie du basalte.

Mr. de L. Je le suis assurément et je ne
sirer que d'apprendre si les Géognostes le s
lement.

Mr. de P. Aucun d'eux ne doute plus au
de la volcanité du basalte, quoique l'on ait n
citer les preuves que j'en ai fournies déja il
dans ma *Physique de la Terre.*

Mr. de V. Vous nous expliquez la form
tant de grandes de roches par la combinaison
tion volcanique avec le principe de la précipit
nérale; mais vous ne nous dites rien sur le
masses cristallines qu'on nomme *pierres pr*
quoique ce sujet, comme appartenant à la cr
tion, seroit fort du goût de madame de L. C
se sont-elles formées?

Mr. de P. Je ne puis vous dire autre cho

sujet, sinon que je les regarde comme de petites masses de silice, d'alumine ou d'autres terres, mêlées plus ou moins à des oxides de métaux colorés, et travaillées par l'eau et l'action volcanique. Elles appartiennent aux géodes et sont de petits morceaux séparées de gangue, ou bien ce sont des cristaux formés dans l'intérieur des roches déjettées par les volcans. Plus ces productions volcaniques sont simples dans leur composition, plus elles méritent le titre de pierres précieuses.

Mde. de L. Comptez-vous aussi les diamans au nombre de ces productions?

Mr. de P. Assurément.

Mde. de L. Mais vous nous avez appris que le diamant n'est pas une pierre, mais une substance combustible, composée entièrement de carbone et d'un peu d'hydrogène. Comment viendrez-vous à bout de la composer dans le sein d'un volcan?

Mr. de P. Comme il ne s'agit que d'une hypothèse très plausible, je veux l'entreprendre. Résumons pour cet effet les connoissances que nous avons sur ce précieux minéral. Sa composition chimique est, d'après l'analyse de Berthollet, la même que celle du charbon, et mes expériences ont prouvé qu'il a la même pesanteur spécifique. En outre le charbon et le diamant n'ont pas de couleur et ne se distinguent, quant à la lumière qu'en ce que l'un est opaque, l'autre transparent. Ces deux substances ne diffèrent donc l'une de l'autre que par le mode d'aggrégation de leurs particules. Or comme nous savons que cette circonstance ne

bon; le bitume, facile à fondre, se sera répandu dans le tritoxide de fer et l'aura désoxidé en partie, d'où lui vient sa couleur brune. Le charbon est resté en place, et quoi qu'il résiste à notre feu de réverbère, il aura pu se dissoudre sous la pression volcanique et se cristalliser en suite, lorsque la déjection l'aura ammené dans une région froide. Je dois encore vous observer que la cristallisation du diamant diffère de celle des quarz et autres cristaux en ce que ses fissures ne sont pas planes, mais un peu courbes; ce qui sembleroit indiquer ou qu'elles tiennent à sa figure extérieure comme celles du basalte, ou que le diamant provient d'un morceau de charbon de bois ordinaire, dont les lamelles se sont courbées par la chaleur.

Mr. de R. Mais d'où viendroit ce charbon de bois dans les entrailles de la Terre?

Mr. de P. D'où y sont venus tant de minéraux qui y ont été ammenés par les crévasses des voûtes? Et quant à l'existence du charbon de bois avant que les hommes aient commencé à dévaster les forêts, trouvez-vous impossible qu'une déjection volcanique ait mis le feu à un bois, et que la destruction du volcan et du terrain adjacent ait ammené ces débris et le charbon dans le foyer d'un autre volcan? Assurément ce cas n'aura pas eu lieu souvent; mais aussi les diamans sont-ils rares.

Mr. de L. Eh bien! faisons des diamans puisque la matière est à si bon marché.

Mr. de P. Vous badinez. Mais j'avoue que de-

puis plus de dix ans que j'ai ces idées (que j'ai publiées en 1815) j'ai souvent été tenté d'en faire l'essai avec de la houille ou avec du charbon de bois. Mais j'ai été arrêté par les difficultés de me procurer un vase qui, à la chaleur rouge, résiste à une élasticité égale à plus de 3000 ou même seulement à 300 pressions atmosphériques.

Mde. de L. Que vous fassiez des diamans ou non, je vous suis bien obligée de ce que vous nous avez dit sur la manière dont la Nature peut les avoir faits. La science, le plaisir de pénétrer des secrets que la Divinité nous a cachés pour nous donner la jouïssance de la découverte, voilà ce qui doit nous attirer, non le sordide appas des richesses.

Mr. de P. Cette noble réflexion, si digne de vous, madame, est le plus bel épilogue qui puisse terminer mon système géologique et la suite de nos entretiens.

Mde. de L. (surprise.) Ainsi ces entretiens si agréables vont cesser! Cela m'attriste. Je m'étois si fort accoutumée à les voir remplir nos soirées, que je crains que ces soirées ne me paroissent à la suite vides et futiles. — Pardon, messieurs, pour ce sentiment qui me surprend en ce moment; vous ne le prendrez pas pour une offense.

Le Comte C. Nous tous partageons certainement vos regrets, madame, et sentons combien il sera difficile de donner à nos soirées l'attrait que la Physique leur avoit prêté. Je ne parle pas de la reconnoissance que nous devons à monsieur de P., qui a sacrifié tant

d'heures à notre instruction. Il en lit sûrement l'expression sur le visage de chacun de nous.

Mr. de P. Et désire sur tout vous persuader du vrai plaisir, de l'agréable satisfaction qu'il a éprouvée en vous voüant ces momens et en voyant le noble intérêt que vous avez pris à l'étude de la Nature.

Mr. de L. Et moi, je souhaiterois à toutes les personnes que j'aime et que j'estime cette belle jouïssance. Oubliez que j'ai mérité souvent le titre de méchant, que vous m'avez donné quelquefois. Vous me connoissez.

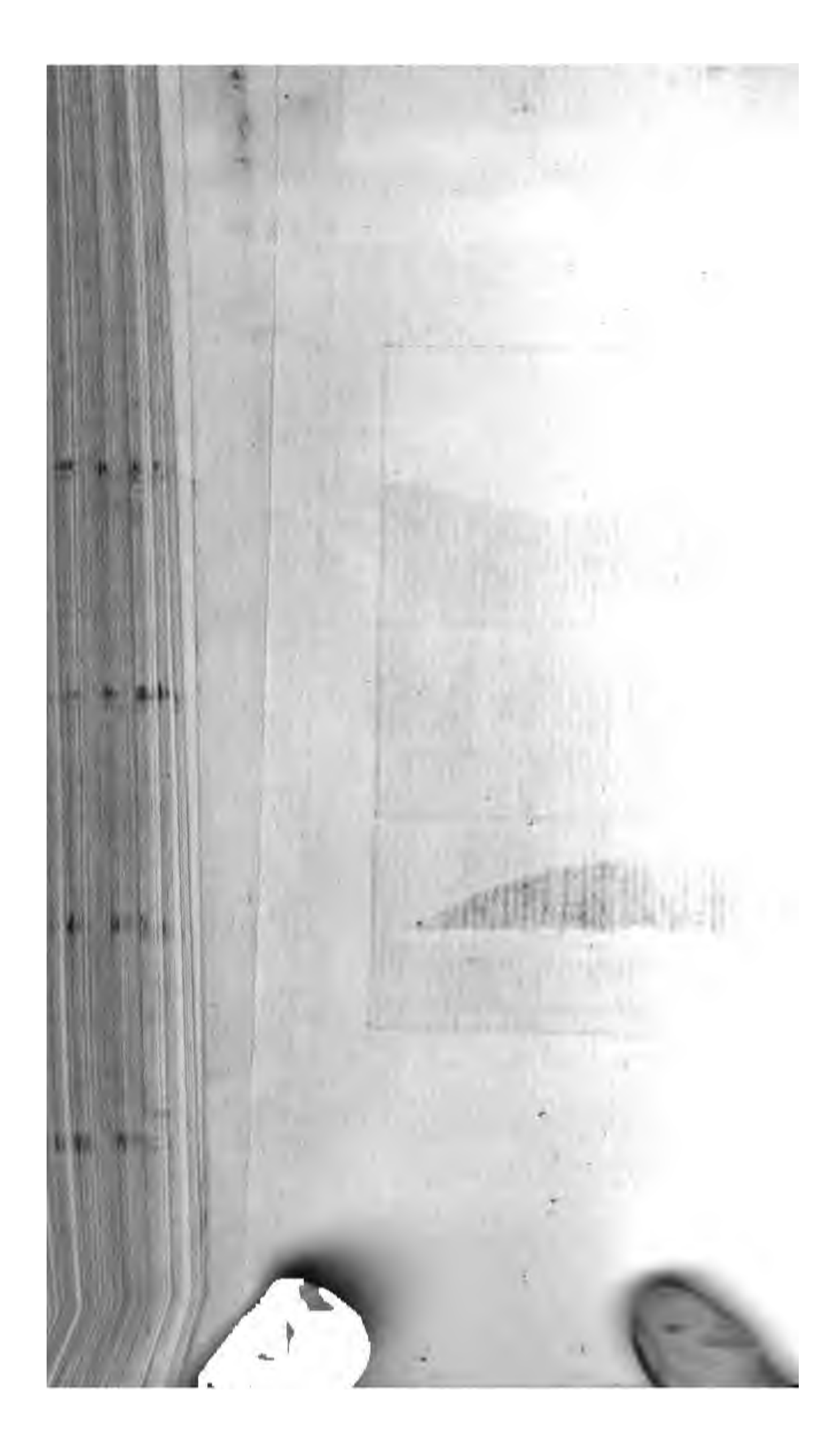
Mr. de P. Comme un homme de génie qui ne fait pas parade de son sentiment,

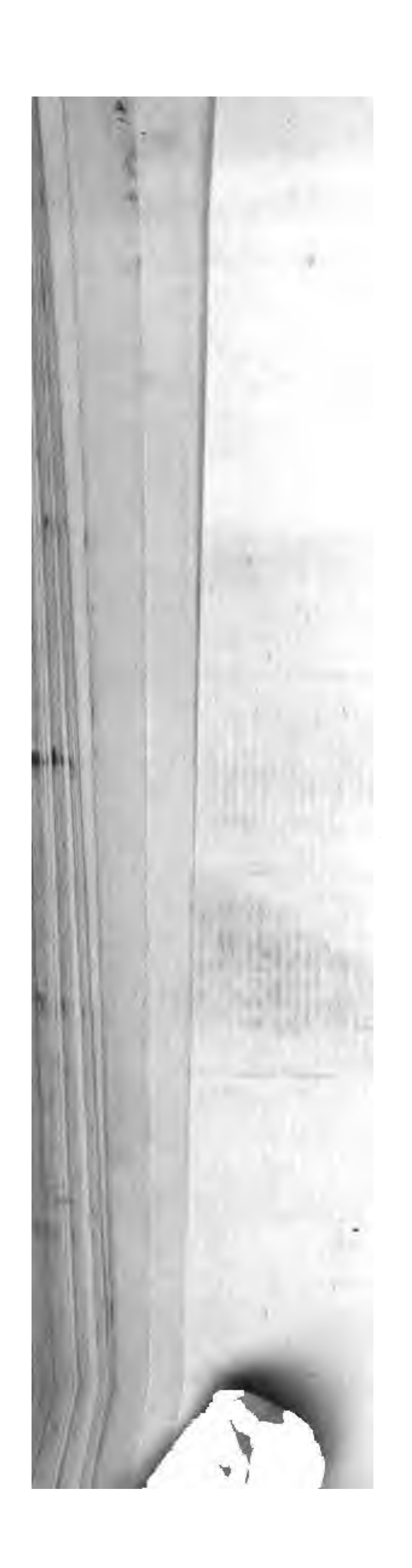
---

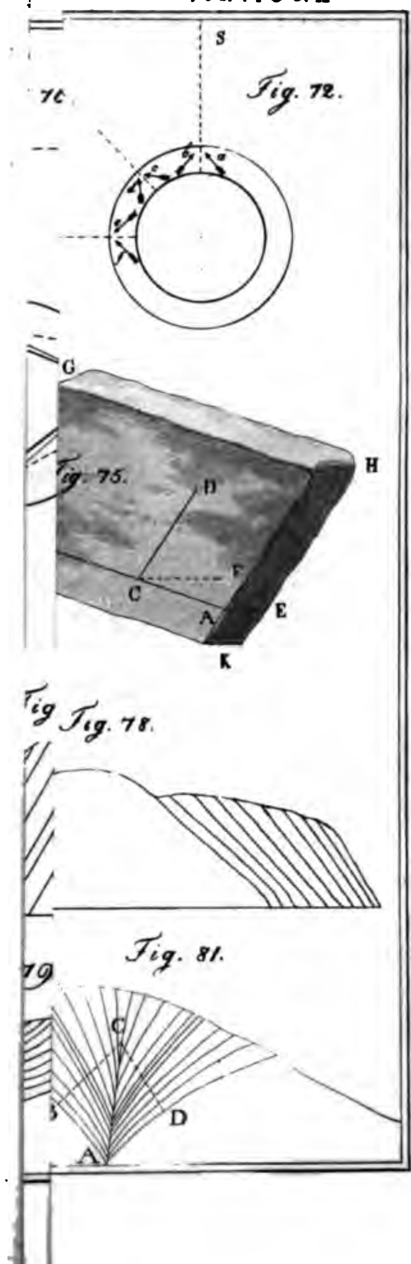
L'auteur a rempli sa tâche, mais ne peut terminer son ouvrage sans dire adieu à ces chers amis, qui, à la vérité, n'étoient pas rassemblés pour l'entendre, mais qui étoient présents à sa mémoire et à son coeur pendant toute la durée du travail. Cette présence, ce souvenir constant et intime, a répandu un charme délicieux sur les heures consacrées à cet ouvrage, qui, si on lui trouve quelque attrait, ne le doit qu'à ce prestige agréable dont l'auteur s'étoit entouré,

---


Tab I






S
Fig. 72.
a
b
c
G
H
Fig. 75.
D
F
C
A
E
K
Fig. 78.
Fig. 81.
C
D
A

